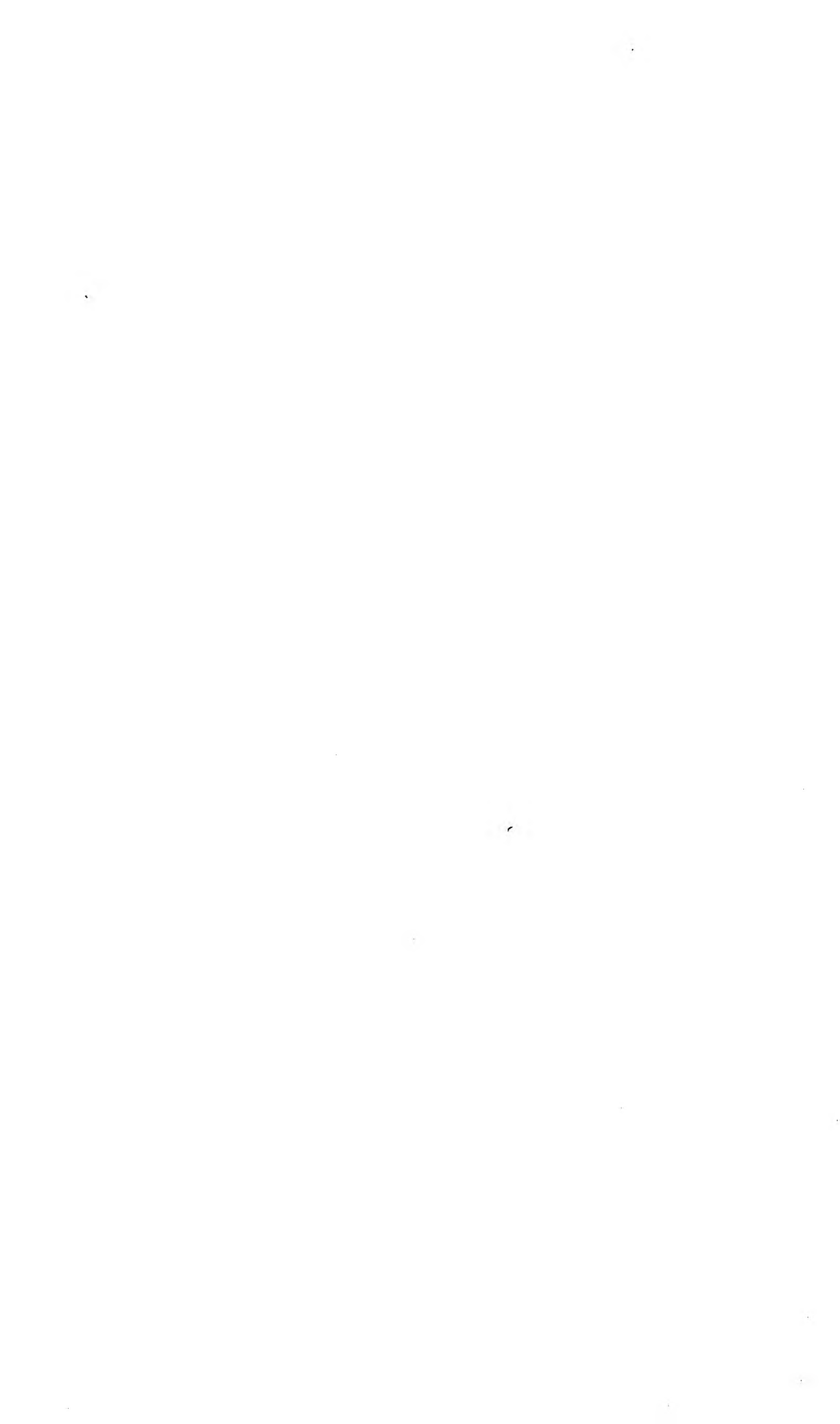
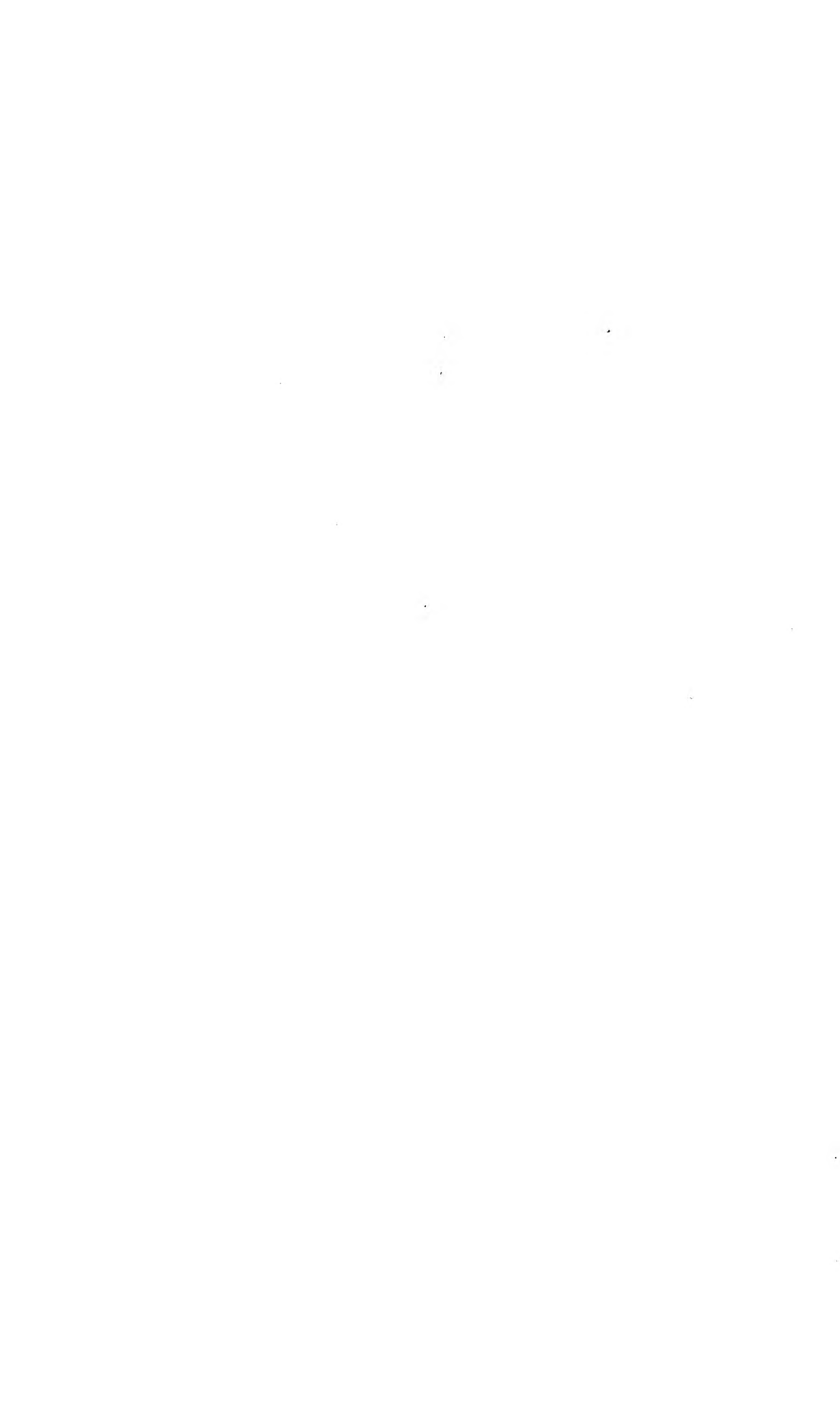
Bodo Manstein

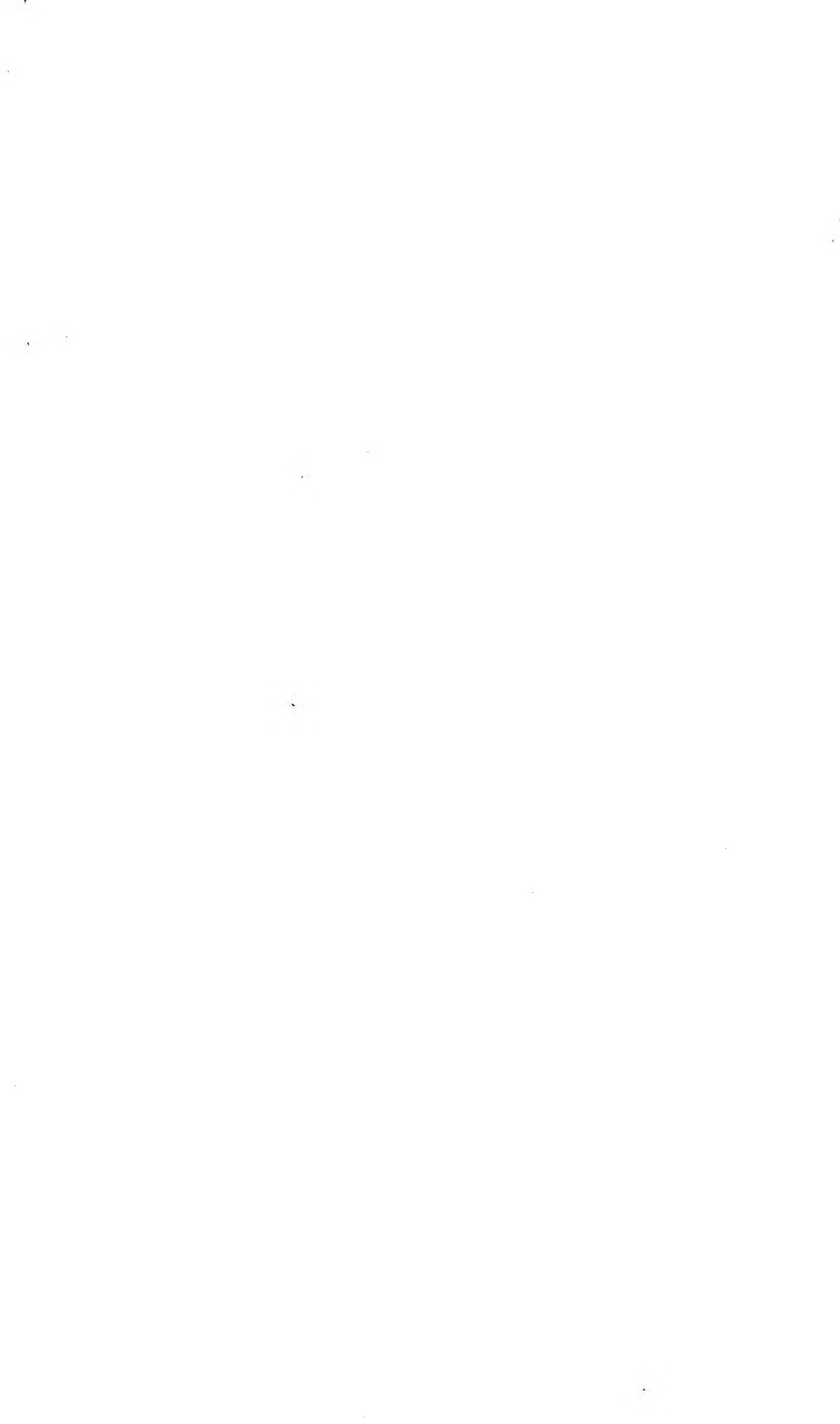
Im Würgegriff des Fortschritts

Sammlung »res novae«

Europäische Verlagsanstalt







Sammlung »res novae«

Veröffentlichungen zu Politik, Wirtschaft, Soziologie und Geschichte

BAND 30

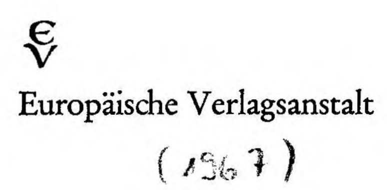


Bodo Manstein

Im Würgegriff des Fortschritts

Mit 58 graphischen Darstellungen von Wolfgang Dohmen

Umgearbeitete und auf den letzten Stand gebrachte Neuausgabe



Europäische Verlagsanstalt

(1967)

Schutzumschlag: Günther Stiller
Druck: AZ-Druck, Mannheim
Printed in Germany

Für die Jugend
aller Völker,
für die Jugend
einer neuen Welt!

Geleitwort

Seit meinen Kriegserfahrungen als Arzt liegt eine Hypothek auf meinem Leben. Wer seine eigene Ohnmächtigkeit auf den Verbandsplätzen empfunden hat, wenn während der Kämpfe die Unzahl von Verwundeten nicht bewältigt werden konnte, dem bleiben die Eindrücke kreatürlichen Leidens unauslöschlich eingeprägt. Während er einzelnen zu helfen versuchte, gingen Hunderte, Tausende andere unversorgt zugrunde.

Man kann nicht umhin, Parallelen zur Jetztzeit zu ziehen, in der selbst im Frieden der Arzt ständig an der Front der Krankheit steht. Er stellt nach besten Möglichkeiten den erkrankten Einzelmenschen wieder her, aber das Heer der von der Technik an Leib und Erbsubstanz geschädigten Menschen vergrößert sich. Wenn seine Aufopferung nicht aussichtslos werden soll wie während des Massenmordens, dann wächst dem Arzt eine neue Pflicht zu. Er muß über das Einzelwesen hinaus in das Verständnis der Zusammenhänge der neuen Erkrankung eindringen und hineinwachsen in die Rolle eines Gesundheitserziehers. Er muß den zunehmenden Mißbräuchen bei der Umgestaltung der Umwelt durch technische Überspitzungen entgegentreten, wenn sein Wirken für den einzelnen nicht sinnlos werden soll. Das Heraustreten aus engen Fachgrenzen wird für den ärztlichen Beruf eine Notwendigkeit, da die neue Zeit mit ihren heimtückischen Angriffen auf die Organismen nicht nur bestimmte Tier- oder Menschengruppen zum Aussterben verurteilt, sondern die Existenz des Lebens schlechthin in Frage stellt.

In der Verbreitung dieser Erkenntnis sehe ich eine meiner Hauptaufgaben für den Rest des Lebens, und ihr dient dieses Buch.

Bodo Manstein



Vorwort

Die ersten Auflagen des Buches haben eine erfreulich weite Resonanz gefunden. Wenn in der vorliegenden Neubearbeitung einige Kapitel gekürzt oder weggelassen wurden, so geschah es nur, um in gestraffter Form die wesentlichen Gedankengänge einem noch weiteren Leserkreis zugängig zu machen. Auch die Preisgestaltung spielte dafür eine entscheidende Rolle.

Das Buch hat aber seinen Charakter als Nachschlagewerk behalten, und es wurde unter Beihilfe vieler befreundeter Sachverständiger allenthalben mit wissenschaftlichen Fakten unterbaut. Dabei mußte ein Kompromiß zwischen allgemeinverständlicher Darstellung und wissenschaftlicher Korrektheit gefunden werden.

Nicht allen Rezensenten der früheren Buchfassung, die aus dem Bereich der Technik kamen, haben meine Schlußfolgerungen und biologischen Forderungen gefallen. Das ist verständlich, weil — ohne bösen Willen vorauszusetzen — oft das einfachste biologische Grundlagenwissen fehlt, das nun einmal zum Erfassen unserer Gefahrensituation unerläßlich erscheint.

In der Bundesrepublik besteht sogar durch die Streichung des biologischen Unterrichts in den Oberstufen die Sorge, daß durch derartige Bildungslücken die dringend notwendigen Rücksichtnahmen auf naturgesetzliche organische Begrenzungen zukünftig noch mehr unbeachtet bleiben. Schon heute meinen bestimmte Kritiker, man betreibe einen Kulturpessimismus, wenn man sich erlaubt, dem ungehemmten Fortschritt nicht voll zuzustimmen. Die jetzige Handhabung der Technik ist aber zu einem Angriff auf die organische, menschliche Substanz geworden.

Schien es ursprünglich möglich, durch ein stärkeres Eindringen in die Natur den Menschen zu humanisieren, so geht die Übersteigerung in unserer Epoche schrittweise auf eine Entmenschlichung zu. Dabei machen sich derartige Anzeichen so zahlreich bemerkbar, daß sich nicht nur die Beobachter aus der Biologie zu Worte melden, sondern Philosophen, Theologen, Pädagogen, Soziologen, Psychologen besorgte

Appelle veröffentlichen. Am wenigsten fühlen sich die Politiker, Wirtschaftler und ausführenden Techniker angesprochen, während eine große Zahl der Physiker und auch manche Wirtschaftstheoretiker deutlich sehen, daß eine Grenze überschritten ist.

Wenn hier vornehmlich die biologischen Anliegen behandelt werden, so aus dem Gedanken heraus, daß der intakte Ablauf aller Körperfunktionen und ein gesunder Funktionskreis zwischen Organismus und Umwelt unabdingbare Voraussetzung für Existenz und Weiterentwicklung der menschlichen Gesellschaft ist. Wer aber unter diesem Gesichtswinkel einen Blick in unsere hektische Gegenwart tut, weiß, daß die biologische Atempause immer dringlicher wird. Eine sichtende, auswählende Vernunft muß den Strom unnützer und schädlicher Produkte eindämmen und die vorhandenen Energien mit mehr Bedacht verwenden lernen.

I. Teil

Technik — Eine zweite Sintflut?

Wir entdecken die richtigen Dinge in falscher Reihenfolge, was in anderen Worten heißt, daß wir die Natur beherrschen lernen, ehe wir uns selbst beherrschen lernten.
Raymond Foschick

Der Kampf des Menschen mit der Natur ist so alt wie sein Dasein auf dieser Erde. Es ist müßig, danach zu fragen, warum er uns auferlegt ist, er ist da, so wie wir in die Welt gestellt sind und ohne unser Zutun wieder herausgenommen werden. Es ist noch gar nicht so lange her, daß es allenthalben zuviel Natur gab, gegen die sich der Mensch wehren mußte. Heute scheint sich das Verhältnis auf unserem Planeten umzukehren, und die künstlichen Veränderungen durch den Menschen beginnen seine eigene Existenz in Frage zu stellen. Die Vernunft gebietet einzuhalten, die neue Situation gewissenhaft zu prüfen und eine neue Ordnung zu schaffen.

Wir sehen einen merkwürdigen Weg. Der Mensch steht, soweit wir rückwärts zu blicken vermögen, selbst in den primitiven Kulturen schon gegen die Natur, seine Handlungen sind darauf ausgerichtet, sich günstigere Umweltbedingungen zu schaffen. Sein Bestreben geht darauf hinaus, Anstrengungen zu vermeiden und seine Bedürfnisse besser zu befriedigen. Je weiter die Technik entwickelt wird, um so mehr kommt es zu einer Steigerung dieser ursprünglich nicht lebensnotwendigen Ansprüche. Es gelingt, durch Schaffung von immer größeren Menschenballungen mit hochgezüchteter organisatorischer und technischer Leitung eine Art Übernatur zu schaffen, in der der Mensch — genau wie seine Haustiere — sich in einer künstlich geschaffenen Umwelt weiter fortpflanzt. Seine Existenz ist heute so weit an technische Voraussetzungen gekettet, daß er die Wahl einer Rückkehr zur Natur gar nicht mehr hat. Insofern sind alle gutgemeinten Ratschläge nach einer solchen Umkehr, wie sie seit 150 Jahren allenthalben auftauchen und teilweise Modecharakter angenommen haben, wertlos. Meist sind sie von Menschen ausgegangen, die offenbar ein sehr feines Empfinden für die sich abzeichnenden Gefahren hatten, aber nicht die Einsicht besaßen, daß sich die romantische Lösung eines neuen naturverbundenen Lebens durch eine einfache Kehrtwendung nicht verwirklichen läßt, es sei denn, man wäre mit dem Untergang eines großen Teiles der heutigen Menschheit einverstanden.

Auf der anderen Seite spüren bei der sich überstürzenden Entwicklung der letzten Jahrzehnte viele, daß etwas falsch sein muß an der Idee des unbegrenzten Fortschrittes. Gerade die scheinbare Unbegrenztheit technischer Erfolge hat dieses Mißtrauen geboren. Aber um so mehr hält noch eine große Anzahl von Technikern, Wirtschaftlern und Naturwissenschaftlern — kritiklos — an dem naiven Fortschrittsoptimismus des vergangenen Jahrhunderts fest.

Es ist das Zeitalter einer neuen Sinflut. Aber nicht die Wassermassen hat der Mensch zu fürchten, sondern die unübersehbare Zahl seiner Produkte mit ihren unerkannten und unerkennbaren Auswirkungen auf Körper und Seele. Die Änderung in der Lebensweise der zivilisierten Völker ist radikaler als jemals zuvor, und chemische und physikalische Erzeugnisse wirken auf sie ein, die zahlreicher sind als die wahrlich mannigfachen Insektenarten der Natur. Die meisten dieser Produkte haben einen Doppelcharakter. Nicht nur, daß sie vom Menschen bewußt für Schädlingsbekämpfungs- und Vernichtungszwecke mißbraucht werden – sie bringen auch bei gutgemeinter Anwendung Gefahren und können bei ihrem Auftreffen auf Organismen unerwartete Ergebnisse hervorrufen. So vernichten Ungeziefer- oder bakterientötende Mittel Freund und Feind des Menschen gleichermaßen, und es begegnet uns hier das Problem der Toleranzgrenze in unerwarteter Form.

Die Gefahr geht in der heutigen Situation dabei nicht von den wirklich großen Naturwissenschaftlern und Technikern aus, sondern von denen, die zwar genügend Verstand besitzen, um Teillösungen zu sehen und zu schaffen, denen aber die Vernunft fehlt, um sie für die Gesamtheit richtig einzuordnen. Es ist auffällig, wie sehr sich alle hervorragenden Gelehrten trotz der Wissensbereicherung, die sie den Menschen vermitteln konnten, ihrer Unterwerfung unter eine höhere Macht bewußt blieben. Das machte sie demütig und rief in ihnen Zweifel daran hervor, ob die Leistung, derentwegen sie gefeiert wurden, zum Besten der Gesamtheit verwertet würde. Von solchen Skrupeln spürt man bei den mittelmäßigen Talenten, den Handlangern der Technik, nichts.

Die ihnen übertragenen Aufgaben innerhalb eines großen Wirtschaftskonzerns oder eines militärischen Programms sind Bruchteile in der Tätigkeit eines anonymen Apparates, der für die Beteiligten eine unbekannte Größe in der Gesamtorganisation eines Volkes oder der Menschheit ist. Die meisten machen sich keine Gedanken darüber, ob ihre Arbeit im Interesse eines Ganzen verantwortet werden kann. Sie sehen nur ihre Verantwortung auf dem ihnen zugängigen Teilgebiet, sie würden verwundert und beleidigt sein, wenn man sie einer unmoralischen Handlungsweise an der Allgemeinheit bezichtigte.

Charakterisiert wird diese gespenstisch anmutende Spaltung des Menschen durch eine fast tragikomisch zu nennende Meldung, aus der hervorgeht, daß sich britische Wissenschaftler und Techniker in der Fachzeitschrift »Harbinger« darüber beklagt haben, während des Stops der Bombentests zur Untätigkeit verurteilt zu sein.

Dabei begegnet uns eine weitere Unfähigkeit des Menschen. Sein Denken ist weitgehend durch die alten Normen und Traditionen gebunden, und die ungeschulte Phantasie ist außerstande, sich die Folgen der ungehemmt wuchernden Technik vorzustellen. Könnte sie es, so würde wohl die Triebfeder der Angst eine Wende schneller herbeiführen, und es wäre leichter, den Boden für den Gedanken zu bereiten, daß die Richtung, in die die technische Entwicklung geht, kontrolliert werden muß, wenn wir ihr nicht endgültig unterliegen wollen. Aber es bleibt fragwürdig, wie die Gesamtheit der Menschen reagieren wird.

Dem Arzt drängt sich der Vergleich mit dem meist tödlichen Krebsgeschehen am Menschen auf. Auch bei dieser Menschheitsgeißel erleben wir es tagtäglich, wie trotz der Kenntnis von der Heimtücke des Krankheitsablaufes alle Warnungen zu vorbeugender Kontrolle fast von allen in den Wind geschlagen werden, bis man vor der unabwendbaren Katastrophe steht. Der Schmerz als Warner hat hier offenbar versagt oder sich erst bemerkbar gemacht, als eine Rettung schon nicht mehr möglich war. Während die Umwelt ebenso wie der Betroffene selbst noch durch ein blühendes Aussehen getäuscht werden, nimmt der Erfahrene bereits die Todeszeichen wahr. In dem bedrohten und hochspezialisierten Körper gibt es ganze Zellgruppen, die sozusagen auf verlorenem Posten gegen die Ausbreitung der Krebswucherung kämpfen. Warum können sie die Gefahr dem Gesamtkörper nicht rechtzeitig mitteilen, warum können sie nicht alle Organsysteme, die zum Teil infolge ihrer Spezialisierung hilflos und abwehrschwach geworden sind, mobilisieren?

Ist unsere offenbare Unfähigkeit zur Angst vor unseren eigenen Produkten etwas Ähnliches? Verbirgt sich hinter der Phantasielosigkeit gegenüber den Mordmöglichkeiten des Atomzeitalters ein Prinzip der Schöpfung? Lassen wir uns von Günther *Anders* führen:

»Angst ist heute zur Ware geworden, und *über* Angst spricht heute jedermann. Aber *aus* Angst sprechen nur sehr wenige. Auf das jämmerliche bißchen Angst, das wir gelegentlich, und zumeist auch nur dann, wenn wir gestoßen werden, aufbringen, sollten wir uns nichts einbilden. Den Zeitgenossen, über dem die Sturzwelle der Bedrohung zusammengeschlagen und der von ihr betäubt worden wäre, den habe ich noch nicht gesehen.

Nein; gemessen an dem Quantum an Angst, das uns ziemte, das wir eigentlich aufzubringen hätten, sind wir einfach Analphabeten der Angst. Und wenn man unsere Zeit durchaus mit einem Kennwort versehen muß, dann sollte man es am besten das ›Zeitalter der Unfähigkeit zur Angst‹ nennen.« *(Anders)*

Unter diesem Gesichtswinkel ist auch die beklemmende Geschichte von dem Bombenflieger zu verstehen, die *Anders* berichtet. Als dieser von einer Stadtbombardierung zurückgekehrt war und von einem neugierigen Journalisten über seine Eindrücke befragt wurde, antwortete er: »Ich konnte und konnte mir den Gedanken an die 175 Dollar, die ich für den Kühlschrank zu Hause nicht abbezahlt habe, nicht aus dem Kopf schlagen!«

Wir müssen daher dem Gedanken folgen, daß nicht nur unsere Vernunft — wie Kant bewiesen hat — begrenzt ist, sondern ebenso die Phantasie und das Gemüt.

»Zehn Ermordete zu bereuen, oder zu beweinen, sind wir unfähig. Sich ›so auszudehnen‹, um zehn Ermordete ›meinen‹ zu können, ist die Reue unfähig.«

Aber töten — können wir Zehntausende. Ohne weiteres. Und die »Leistungssteigerung« wäre und ist kein Problem.

Die geheime Angst vor dem Mißbrauch der Technik zur Vernichtung aller bewegt heute viele Menschen, und die drohend einander gegenüberstehenden Weltmächte gönnen den Völkern kaum eine Atempause. Auf militärtechnischem Gebiet wird es besonders deutlich, wie sich die Technik zwischen den Menschen und den »Erfolg« seines Handelns — die Zerstörung — einschiebt. Er berechnet zwar das Ziel, er bedient die Hebel, aber er sieht das Grauen nicht. Diese zeitlich-räumliche Distanzierung von der angerichteten Verwüstung ist ein allgemeines Kennzeichen der Kriegsführung mit automatischen Robotermaschinen. Wer sieht, wie teilnahmslos der Mensch den Dingen trotz so bitterer Kriegserfahrungen den Lauf läßt, dem wird klar, wie schwer es sein muß, ihn von den nicht so deutlich sichtbaren Gefahren der friedlichen Technik zu überzeugen.

Demoll nennt die Technik die große Verführung und betont, daß letztlich am Prüfstein der Technik der Mensch seine Qualität unter Beweis zu stellen hat:

»Wohl ist es richtig, daß die in schnelle Entwicklung geratene Technik unaufhaltsam nach einer Art Verselbständigung strebte und daß ihr die Ethik nur selten mahnend oder gar hemmend den Weg vertrat. Erst im Schatten der Atombombe kommt die Ethik nun in Panikstimmung.

Der Gebrauch der Technik ist ein sittliches Problem. Der verantwortungsvolle Mensch produziert eine verantwortungsvoll sich äußernde Technik. Sie ist Maßstab dafür, ob der Mensch taugt und was er wert ist. Wenn er sich nicht in Demut vor der Natur neigt, dann werden alle seine Bestrebungen, die kulturellen wie die zivilisatorischen, in die Irre gehen.«

Am Beispiel der Azteken und anderer Völker, deren Kulturen vergangen sind, läßt sich nachweisen, daß bestimmte Kulturleistungen uns keineswegs zu dem Schluß berechtigen, daß sie von einem ethischen Hochstand begleitet waren. Kannibalismus und Menschenopfer vertragen sich mit staunenswerten sonstigen künstlerischen und sozialen Gemeinschaftsleistungen durchaus.

Es wäre also völlig falsch, in Bausch und Bogen die technische Zivilisation zu verdammen oder alle Schuld auf das analytische Denken zu schieben. Der Mensch trägt ja in sich seit jeher die Fähigkeit eines Mißbrauches seiner selbst. Er vermag sich in Extremen zu verlieren, und schon immer ist es einzelnen gelungen, in einer Art geistiger Infektion andere mit auf den Weg der Maßlosigkeit zu locken und bestehende Ordnungen zu zerstören. Es bedarf daher »die Kultur nicht des schlechten Umganges mit einer fehlgeleiteten Technik, um zu verkommen«. Wer in der »Reportage aus dem 21. Jahrhundert« die als Traumpoesie gekennzeichneten Zukunftsvorstellungen sowjetischer Wissenschaftler — die sich übrigens mit denen der westlichen Seite ziemlich genau decken — liest, muß eigentlich erschrecken vor einer so geplanten Welt. Sie offenbart die Überzüchtung einer einseitig technisch-intellektuellen Denkweise.

Den Überlegungen des Pariser Mathematikers Pierre *Rousseau* verdanken wir wertvolle Einsichten. Er hat eine große Anzahl moderner Leistungssteigerungen berechnet. Dazu gehören der allgemeine Energieverbrauch, die anschwellende Produktion von Stahl, Kunststoffen, optischen Geräten, aber auch die Zunahme der Geschwindigkeiten, der Explosivkraft und dergleichen mehr.

Allen Gebieten ist gemeinsam, daß ihre Entwicklung in den letzten Jahrzehnten immer überstürzter vor sich geht und sie daher rechnerisch den Verlauf von überhöhten Exponentialkurven nehmen. Solche augenfälligen Darstellungen scheinen mir deshalb so wichtig, weil sie sogar dem nur auf Zahlen ansprechenden Mitbürger einen Eindruck davon vermitteln, in welch explosiver Gesamtsituation wir stehen. Es sind nur drei Exponentialkurven wiedergegeben. Sie lassen sich heute fast für jeden Zweig der Industrie nachzeichnen. Außerordentlich aufschlußreich ist, was der englische Gelehrte D. J. *Price* für die Zunahme

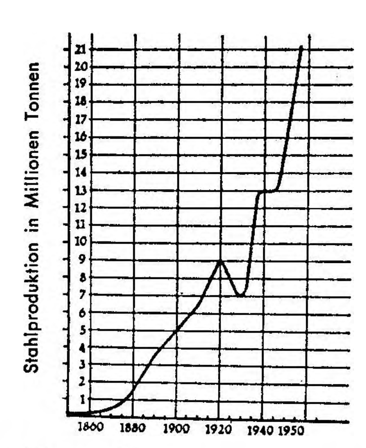


Diagramm 1
Stahlproduktion seit einem Jahrhundert. Seit der Einführung der Bessemerbirne (1856), des Siemens-Martin- (1865) und Thomas-Verfahrens (1878) und der modernen Elektroöfen steigt die Produktionskurve immer rascher an.

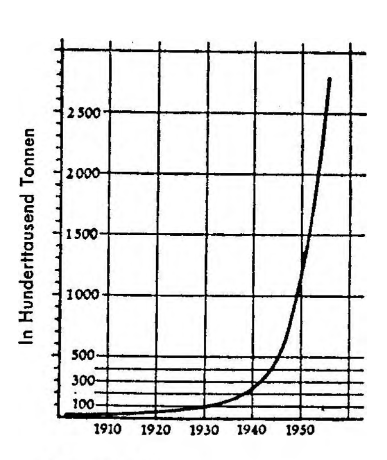


Diagramm 2
Produktion von Plastikstoffen. Um 1900 nimmt die Produktionskurve praktisch bei Null ihren Anfang und zeigt seit 1940 ebenfalls ein exponentielles Ansteigen.

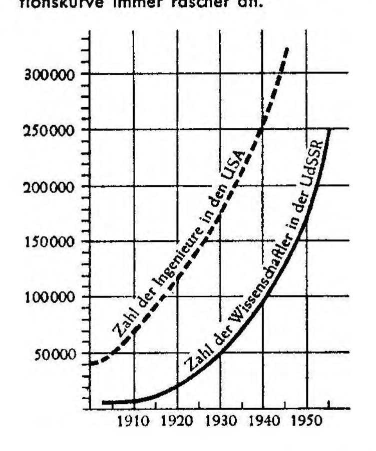


Diagramm 3
Zahl der Wissenschaftler in den USA und der UdSSR. Diese in den beiden Kurven dargestellten Zahlen wachsen seit Beginn unseres Jahrhunderts ebenfalls exponentiell.

physikalischer Arbeiten und der Zahl der Wissenschaftler und Ingenieure ermittelt hat. (Diagr. 3)

Im Vergleich zum gefürchteten Bevölkerungsanstieg wächst die Anzahl der Wissenschaftler ungefähr dreimal so schnell an, so daß in absehbarer Zeit eigentlich jeder Mensch ein Wissenschaftler sein müßte.

Leider ist diese Mengenzunahme an »wissenschaftlicher« Bevölkerung nicht gleichbedeutend der Zunahme an Geisteskraft; denn die

Anzahl der wissenschaftlich Tätigen insgesamt wächst im Quadrat zur Anzahl der besonders Produktiven. Wollte man also die bedeutenden Wissenschaftler verdreifacht sehen, müßte die Gesamtzahl verneunfacht werden. Da nach der Rechnung von *Price* mit der Zunahme der geistigen Arbeiter die Forschungskosten in der vierten Potenz steigen sollen, wird uns allen kurz über lang das Geld knapp werden und Beschränkung auf das Lebensnotwendige geboten sein.

Das sich mit Ergänzungsbänden ständig erweiternde Handbuch der Physik (Springer Verlag) umfaßt ca. 54 Bände, deren jeder einen Umfang von 300—1000 Seiten hat. Niemand kennt mehr als einen kleinen Teil des gewaltigen Stoffes. Vieles ist veraltet, wenn es erscheint. Jeder Band wendet sich an Spezialisten eines engen Bereichs in dem Spezialfach Kernphysik. (M. Born)

Solche Wissenshäufungen können nicht einmal mit dem Lesen, geschweige dem Verstehen, verdaut werden. 1955 erschien eine lehrreiche Übersicht aus den »Nachrichten für Dokumentation«, in der anschaulich zusammengestellt war, welche Ausbreitung schon bis 1940 auf einem Sonderfach der Medizin, der Physiologie, geschehen war:

Erforderliche Lesezeit zum Studium der jährlichen physiologischen Zeitschriftenliteratur

(Lesegeschwindigkeit: 2 Minuten je Seite, Lesedauer: 8 Stunden täglich)

1870	9 000		37	Tage	4	Stunden
1880	16 000		66	„	5	„
1890	20 000		83	„	2	„
1900	22 000		91	„	5	„
1910	82 000		341	„	5	„
1920	46 000		191	„	5	„
1930	163 000	1 Jahr	355	„	6	„
1940	192 000	2 Jahre	70	„	6	„

Die abendländische Technik mit ihren Übersteigerungen auf beinahe allen Gebieten hat den Glauben genährt, daß man das uns von einer höheren Macht auferlegte Schicksal durch äußere Mittel überwinden könne. Diese Denkweise trägt den Keim der Selbstzerstörung in sich, weil sie die körperlich-seelische Begrenztheit des Menschen völlig außer acht läßt und kein höheres Ordnungsprinzip, das auch für ihn gilt, anerkennen will.

In unserer hochrationalisierten Zivilisation hat die Wiederentdeckung einer nicht nur vernünftig erklärbaren Beziehung des Menschen zur Umwelt, zur Zeit und zum Raum die Aufgabe, uns vor dem Absinken in eine nur noch meß- und wägbare Welt zu retten. Viel-

leicht brauchten wir das nicht einmal zu fürchten, aber wir müssen verstehen lernen, daß damit nicht die ganze Wirklichkeit, das ganze Sein zu erfassen ist. Es gibt zu diesem Thema ein reizvolles neues Buch von der Zukunft der phantastischen Vernunft. Mit ungeheurem Fleiß sind zwei der intelligentesten Männer Frankreichs den früher und heute geübten Denkmethoden nachgegangen und haben zwischen den einzelnen Gebieten und Zeiten erstaunliche, ja bestürzende Analogien und Querverbindungen aufgedeckt. Nach ihrer Ansicht steht dabei die magische Auffassung von der eben erwähnten Beziehung des Menschen zu seiner Umwelt durchaus nicht im Widerspruch zu einer freien und lebendigen Betrachtung der Technik und der modernen Wissenschaft.

»Eben ihre Modernität ist es, die uns gestattet, an die Mitwirkung des Magischen zu glauben. Die Elektronenrechner sind es, die uns veranlassen, den Zauberer des Cro-Magnon und den Maya-Priester ernst zu nehmen. Wenn in der Schweigezone des Gehirns superschnelle Verbindungen hergestellt werden und wenn unter gewissen Umständen das Ergebnis dieser Arbeit vom Bewußtsein aufgenommen wird, muß man bestimmte Praktiken der nachahmenden Magie, bestimmte prophetische Offenbarungen, bestimmte poetische oder mystische Erleuchtungen, bestimmte Wahrsagungen, die wir gewöhnlich dem Wahnsinn oder dem Zufall zuschreiben, als reale Erfahrungen des im echten Wachzustand befindlichen Geistes ansehen.«

Die bewußte oder gedankenlose Vernachlässigung der menschlichen Natur ist allerdings nicht erst ein Kennzeichen des Atomzeitalters. Wir stehen insofern nicht vor etwas prinzipiell Neuem, vieles war recht deutlich schon seit längerem erkennbar. Jetzt erfahren wir allerdings in verwirrendem Tempo, welche unvorstellbaren Kräfte in der uns umgebenden Natur stecken, an deren Bändigung wir uns gewagt haben. Abgesehen von der Zerstörungsgewalt, deren Ausmaß unsere Phantasie überschreitet, ist auch der Gedankensprung in die neuen Größenordnungen bei der friedlichen Verwendung der Atomkräfte nicht ohne weiteres zu vollziehen. Professor *Kliefoth* berechnet, daß wir zukünftig durch die Kernspaltung von einem Kilogramm Brennstoff nicht mehr wie bisher acht Kilowattstunden, sondern nunmehr 20 Millionen Kilowattstunden Energie gewinnen können. Die Bändigung und Verwaltung so ungeheuerlicher Energiezusammenballungen läßt sich mit unseren heutigen Methoden nicht dauerhaft durchführen. Vielmehr ist ein völliges Umdenken nötig, wozu die Menschheit das braucht, was man ihr gerade am wenigsten gönnt: die schöpferische Pause.

Statt dessen hat unsere Zeit immer mehr den Charakter eines Fieberstadiums. Man muß im Zweifel sein, ob dieser Zustand überhaupt

noch als heilsame Krise vor dem Übergang in eine notwendige höhere Ordnung angesehen werden kann, oder ob es bereits die Fiebrigkeit einer tödlichen Krankheit ist . . .

Es läßt sich wohl nicht leugnen, daß die Häufung von Problemen, wie sie in den folgenden Kapiteln sichtbar gemacht wird, eine objektive Grundlage für das allgemeine Unbehagen in den Zivilisationsvölkern abgibt. Als die Daten für dieses Buch erstmals zu einem großen Überblick gesammelt wurden, schien es manchem so, als sei vieles übersteigert gesehen und als würde uns Zeit bleiben, nacheinander die akut werdenden Aufgaben zu bewältigen. Das ist eine Täuschung. Es sind Anzeichen dafür vorhanden, daß große Gruppen von Politikern die Gefahr zumindest in den Umrissen erkannt haben. Wir treten in die zweite Phase einer Auseinandersetzung ein, in der es gilt, die Schädlichkeiten für unseren biologischen Bestand auszumessen oder von Anfang an zu verhindern. Es ist die Kampfphase gegen eigensüchtige Entwicklungen in Industrie und Wirtschaft. Die Handlungsfreiheit gegen Mißstände ist jedoch in allen Ländern durch Machtgruppierungen bedroht, denen der Gedanke noch nicht gekommen ist, daß ihre Uneinsichtigkeit auch ihre eigene biologische Existenz ebenso vernichten wird wie den kleinsten Verbraucher in irgendeinem abgelegenen Erdenwinkel.

Es ist ein Einbruch der abendländischen Zivilisation in die Lebensräume der verschiedensten Völker mit sehr voneinander abweichenden Kulturstufen erfolgt. Niemand kann abschätzen, wie diese »Gesellschaften« das aus abendländischem Geist geprägte Pfropfreis vertragen werden.

Unter dem Begriff »Gesellschaft« versteht man allgemein eine Gruppe von Menschen, die sich zu gemeinsamer Arbeit zusammengeschlossen haben. Die Art ihrer Lebensweise prägt die Kultur dieser Gruppe, und man kann daher bis zu einem gewissen Grade eine funktionierende Gesellschaft als einen Organismus betrachten, in dem durch die Innehaltung einer Selbstdisziplin gewisse Gesamtaufgaben zum Vorteil aller gelöst werden *(Chase)*.

Das Merkwürdige ist nun, daß diese vertrauensvolle Gemeinschaftsarbeit ebenfalls wieder eine Grenze in sich trägt, die man als eine Art organischen Zusammenhaltens bezeichnen kann. Wie in der Technik und Wissenschaft bei der Überspezialisierung der gegenseitige Kontakt und das gemeinsame Ziel verlorengehen, so beginnt der von der Gesellschaft geschaffene Staat eines Tages, seine eigenen Kinder zu fressen. »Die Gesellschaft schafft den Staat als ein Werkzeug, um besser zu leben. Darauf stellt sich der Staat über sie, und die Gesellschaft muß beginnen, für den Staat zu leben.« *(Ortega y Gasset)*. Solange eine

öffentliche Meinung bestehen bleibt, die keineswegs mit dem identisch sein muß, was in der Presse »veröffentlicht« wird, ist ein Regulierungsventil vorhanden, das die Herrschaft des Staates — des Überstaates — im Zaume hält. »Es kann zuweilen geschehen, daß keine öffentliche Meinung da ist. Eine in widerstreitende Gruppen geteilte Gesellschaft, deren Meinungen sich gegenseitig aufheben, gibt keine Gelegenheit zur Bildung einer Herrschaft. Und da die Natur kein Vakuum erträgt, wird die Leerstelle, die durch den Ausfall der öffentlichen Meinung entsteht, von der rohen Gewalt eingenommen. Im äußersten Fall also tritt diese als Ersatz für jene ein.« *(Heynig-Zamboni)*

Das aber ist unsere heutige Situation, der *Heynig-Zamboni* in seinem Buch ein ganzes Kapitel unter dem Titel »Über die Schuld des geistigen Menschen« gewidmet hat: »Erst wenn das Geistige und das Menschliche sich durchdringen und aufeinander ausrichten, kann jener substantielle Schwerpunkt sich bilden, aus dem heraus das Ganze noch einmal zu gestalten ist.

Es führt kein Weg um die Verantwortung und Tatverpflichtung des menschlich-geistigen Menschen herum. Er kann sich in einem tieferen Sinne schuldig machen als jener, der es nicht besser zu wissen und zu beginnen vermag. Das Versagen der menschlich-geistigen Menschen wiegt um ein Vielfaches schwerer als das Versagen der anderen, die ja das Feld überhaupt erst gewinnen können, wenn jene resignieren. Jener aber, der daran keinen Anteil zu haben glaubt, der vermeint, daß über ihn verfügt und hinweggegangen werde, bezieht eine unechte Frontstellung, wenn er aus dem großen Geschehen sich gleichsam ausklammert und in angeblichem Besserwissen oder Besserkönnen nichts anderes leistet als ohnmächtigen Protest.

Nicht nur am aktiven Träger möglichen Zerstörungswerkes haftet die Verantwortung, sondern auch an dem, der es über sich ergehen läßt, der dem anderen erlaubt, sich an ihm schuldig zu machen. Erst mußte der eine irgendwie versagt haben, bevor der andere Macht erlangen konnte.«

Die Gefährdung der natürlichen Lebensgemeinschaften

Die Dinge, die auf der Erde und im Himmel vorkommen, stammen aus der Kombination von weniger als hundert Elementen. Obwohl unendlich zahlreich, sind sie alle miteinander verwandt und verhalten sich nach der ihnen vorgeschriebenen Ordnung. Die Natur verträgt Willkür nicht.
A. Carell

Wer im Kriege war, weiß, daß es auch in unserer technisierten und veränderten Umwelt noch Reste von menschlichem Instinktverhalten gibt. Das wurde deutlich in Gefahrensituationen, für die manche einfache Soldaten ein geradezu untrügliches Empfinden hatten. Andere stapften unbeholfen und ahnungslos in ihr Verderben. Wieder andere lernten allmählich — wenn ihnen die Zeit dazu blieb —, ihre verschüttete Instinktbegabung erneut zu entwickeln, und entgingen leichter den Tücken und Fallen eines modernen Krieges.

Heute wird es immer offenkundiger, daß wir bei anscheinend äußerem Frieden biologisch gesehen tatsächlich in einem »kalten« Krieg leben, bei dem die Übergänge zur heißen Vernichtung genauso schwer faßbar geworden sind wie bei den uns gefährdenden Vorbereitungen zum Atomkrieg und dessen letzter Grausamkeit.

Die neuzeitliche Naturwissenschaft hat uns gelehrt, daß der bisherige Begriff der Lebensgemeinschaft zu eng ist. Man muß zum Verständnis der Arterhaltung nicht nur ihre Beziehungen zur umgebenden Organismenwelt, sondern auch die zu der leblosen Umwelt erforschen. Diese notwendig gewordene Ausweitung der Sicht erschwert aber natürlich die Erkennung von Faktoren, die lebensmindernd oder zerstörend wirken können.

Das große Geheimnis, das uns umgibt, ist der ständige Wechsel aller Erscheinungsformen. Diese an sich uralte Beobachtung hat in unserer Zeit so sehr an Bedeutung gewonnen, weil wir zwar eine Unzahl von Beweisen für die stetige Umwandlung innerhalb der Stoffsubstanz und in bestimmte Energieformen besitzen, uns aber von den vielfältigen Verknüpfungen und ihrem Sinn auch nicht die geringste Vorstellung machen können. *Einen* echten Denkfortschritt haben wir allerdings zu verzeichnen: Die Welt des Kleinsten ist für uns auf allen Gebieten

Einflüsse aus der biologischen Umwelt des Menschen

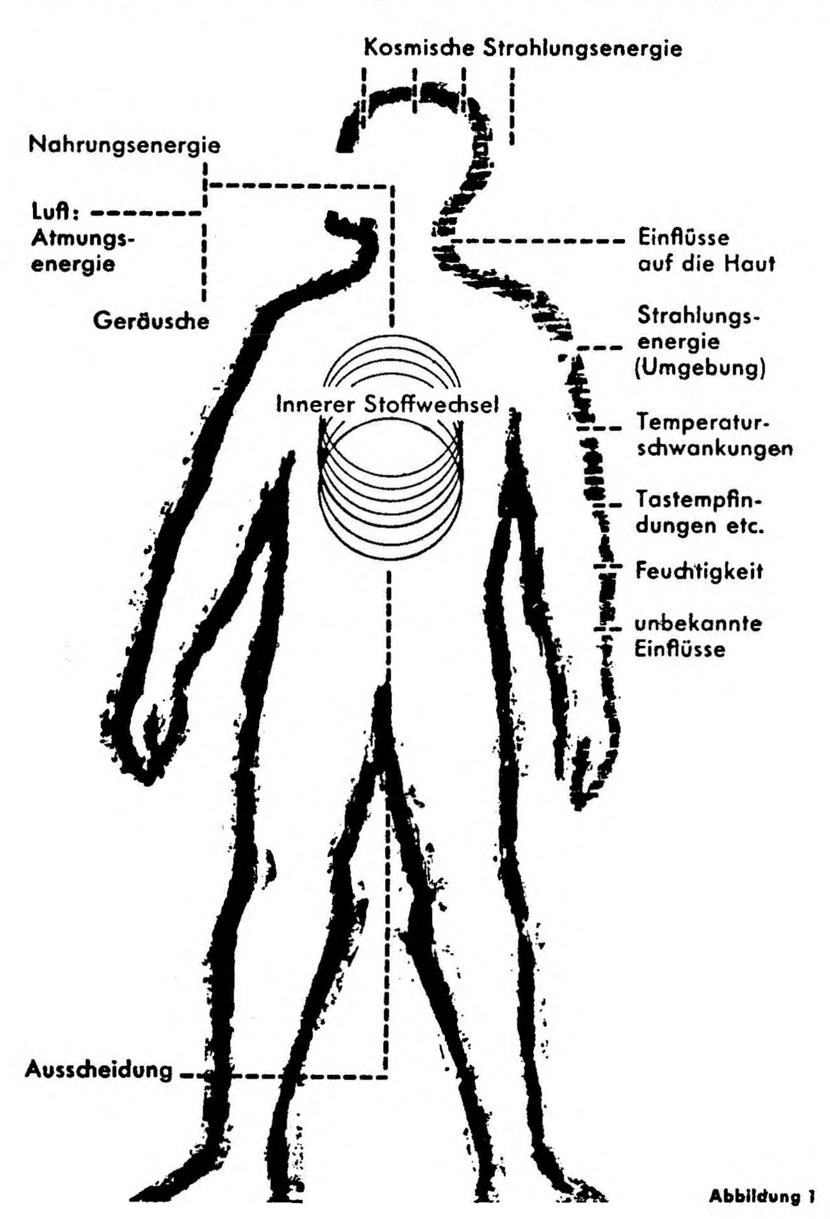


Abbildung 1

immer bedeutsamer geworden. Wir wissen, daß der geringfügigste Baustein, falsch oder gar nicht eingepaßt, die Grundlage sofortigen oder baldigen Zerfalls sein kann. Stets bestimmt auch hier das schwächste Glied der Kette ihre Stärke.

Die Erde, auf der die Menschen leben, ist eine organische Einheit, eingefügt in und beeinflußt von einem sich dauernd wandelnden Weltenraum. Obwohl wir ebenfalls an der Erde ständig mehr oder weniger starke Veränderungen wahrnehmen können, scheint uns ihre Gestalt insgesamt gleichgeblieben zu sein. Ihre Abnutzungen und Veränderungen gehen für unsere Beobachtungszeiten zu langsam, obwohl wir die Verwitterungskräfte an den Gebirgen und am Meer dauernd am Werke sehen. So meinte *Chamberlain:* »Leben ist in Gestalt beharrende Bewegung.«

Wir wissen heute, daß damit nur der sichtbare Umriß angesprochen werden kann. Eine organische Einheit wie der Mensch ist eingebaut und abhängig von den Lebenssystemen der Viren, Bakterien, Pflanzen und Tieren und innerem gesunden Ausgewogensein. Die Verbindung zur Atmosphäre und den elektromagnetischen Kraftfeldern, die kosmische Einstrahlung und Verwertung machen jede Gestaltbegrenzung unscharf. Wir müssen uns darüber klar sein, daß die heute nicht mehr wegzudiskutierenden Überforderungen des Menschen durch ungesunde Zivilisationseinflüsse nur deshalb bis jetzt anscheinend aufgefangen wurden, weil durch die vielen Reglersysteme unserer Umwelt das biologischdynamische Gleichgewicht nicht völlig verändert werden konnte.

Man kann vereinfacht von einem äußeren und inneren Stoffwechsel sprechen, allerdings immer in dem Bewußtsein der unlösbaren Verquickung der kleineren mit der größeren Einheit. Ja, man kann sagen, daß wir zwar einen eigenen, aber nur auf jeden von uns zutreffenden Stoffwechselkreislauf erleben, daß aber auch der größere Stoffwechselkreislauf gewissermaßen durch uns hindurchgeht. Wir sind mit ihm durch unsere Sinnesorgane, aber ebenso auch durch unsere Ernährungs-, Atmungs- und Ausscheidungsorgane verbunden. Durch diese Ein- und Ausfuhr von Energie und in Stoffen gespeicherter Energie wird der kleine Kreislauf unterhalten und kann in bestimmten Grenzen eine eigene Auswahl treffen und sich ergänzen.

Für unsere Zwecke wollen wir daher ein ganz stark vereinfachtes Schema »Mensch« betrachten *(Bild 1)*, aus dem hervorgeht, daß der Mensch einer Vielzahl von Umgebungseinflüssen ausgesetzt ist, die an ihn nicht nur durch die direkte oder indirekte Strahlung, sondern durch die eingeatmete Luft, die Nahrung, die Geräusche, Hautveränderungen bei Temperaturschwankungen und anderes mehr herangebracht werden.

Ordnungsgefüge im Haushalt der Natur

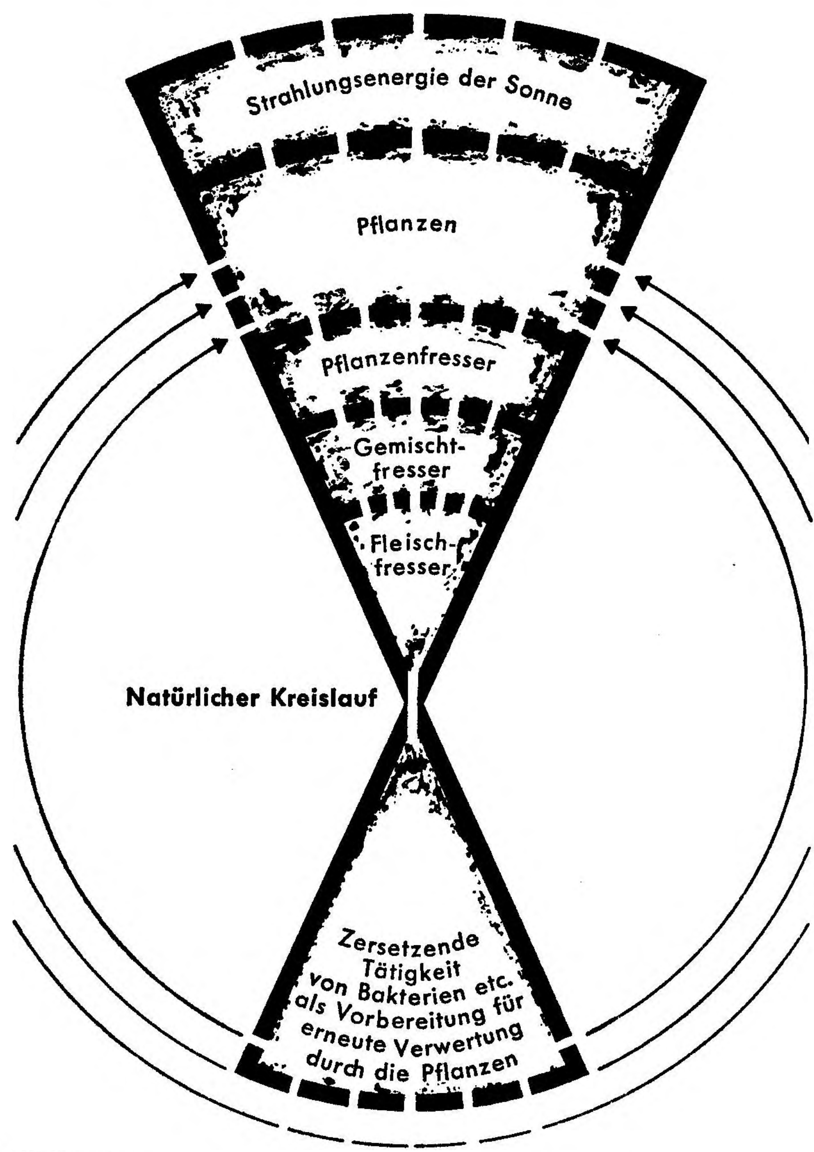


Abbildung 2

In Anlehnung an das Schema von Woynarovich, Handbuch der Biologie, S. 108

Einen Teil dieser Energiezuflüsse gibt er in veränderter Form durch die verbrauchte Atemluft, die Harn- und Stuhlausscheidungen, Wasserverlust durch die Haut wieder an die Umgebung zurück.

In ähnlicher Form ist jeder Organismus in das Energiesystem der Natur eingebaut und muß daraus den Nachschub für seine Lebenserhaltung beschaffen. Es hat sich aber gezeigt, daß eine strenge Ordnung innerhalb der verschiedenen Lebenskreise und in ihrer Abgrenzung gegeneinander besteht, die es nicht erlaubt, willkürliche Abänderungen der natürlichen Energieumwelt vorzunehmen. Die Grenzen sind dabei offenbar recht eng gesteckt, und ein Verstoß dagegen — zum Beispiel durch unüberlegte Eingriffe des Menschen in den Haushalt der Natur — kann leicht zu einem Artentod führen. Diese Zusammenhänge werden klarer aus einem weiteren Schemabild, das in ebenfalls vereinfachter Form den großen Kreislauf andeuten soll, innerhalb dessen jede Art ihren bestimmten Platz innehat *(Bild 2)*. So können

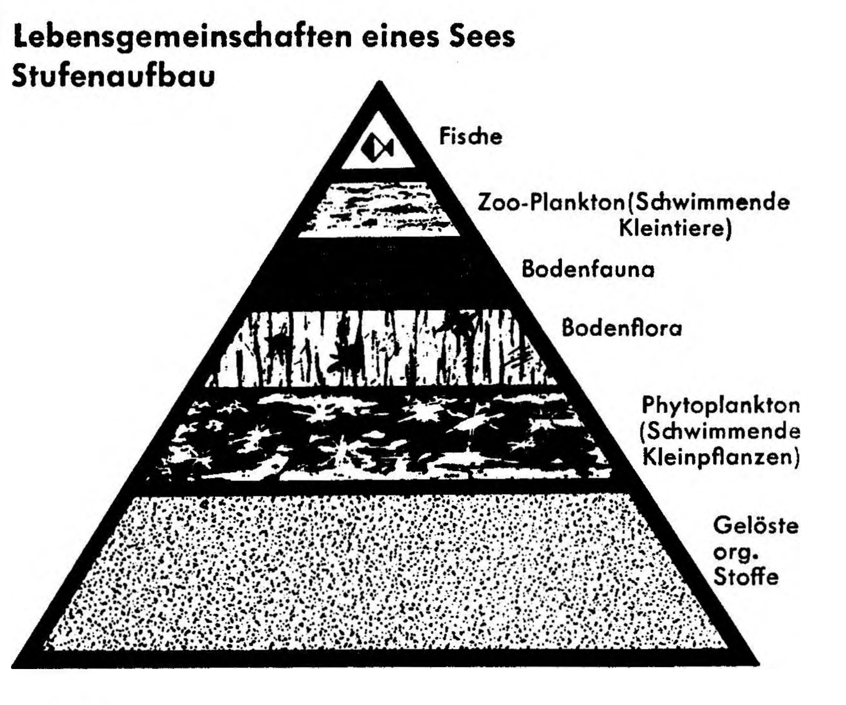
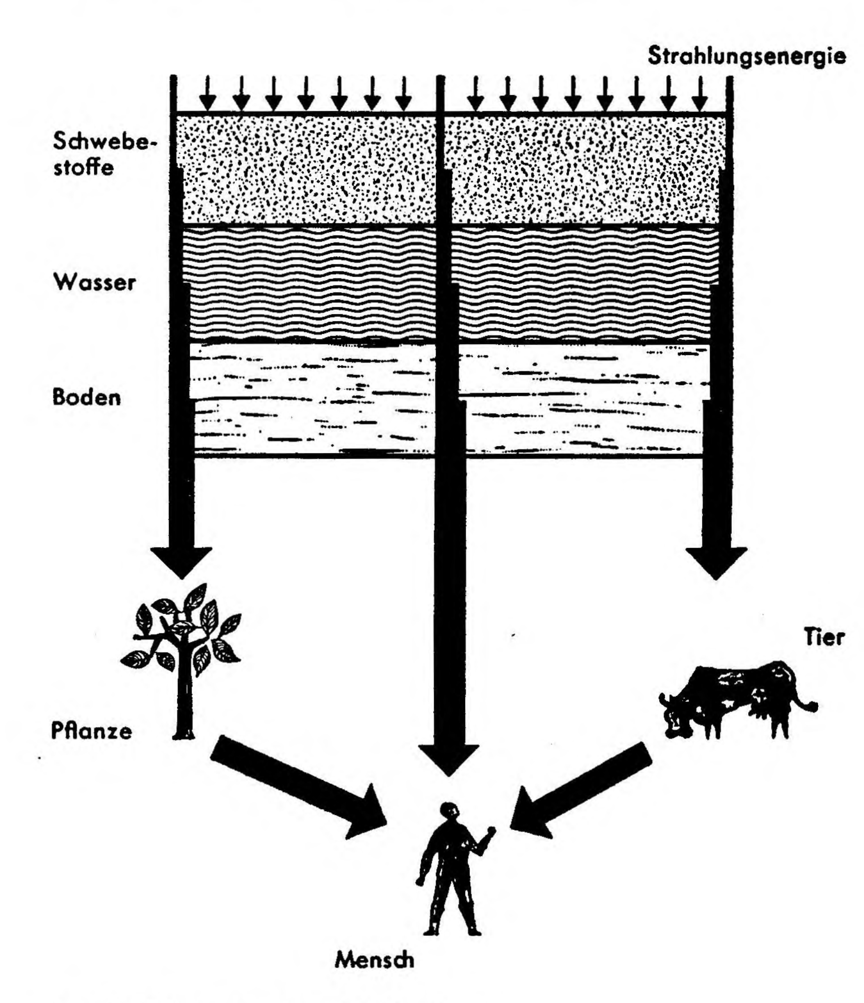


Abbildung 3

n Anlehnung an ein Diagramm der Biomasse nach Juday im Handbuch der Biologie, S. 189

Die natürliche Umwelt des Menschen



Aus der Zeichnung wird die Einbettung des Menschen in seine Umwelt deutlich. Er steht mit ihr (Atmosphäre, Wasser, Boden, Tier, Pflanze) und der in ihr aufgespeicherten oder dynamischen Energie in direktem oder indirektem Kontakt.

Abbildung 4

bestimmte Formen von Strahlungsenergie nur auf dem Umwege über Pflanzen oder Pflanzenfresser vom Menschen aufgenommen werden, den man seinem Verhalten nach unter die Rubrik »Gemischtfresser« einreihen muß. Unter die reinen Fleischfresser gehören die meisten Raubtierarten.

Die Ausscheidungen all dieser Lebewesen und auch ihre Leichname unterliegen der Zerkleinerung und Zersetzung durch Würmer, Bakterien und chemische Vorgänge und werden dadurch erneut zur Wasserlöslichkeit und Verwertbarkeit für die Pflanzen aufbereitet — der Energiekreislauf ist geschlossen! So betrachtet, kann man die gesamte Pflanzenwelt als eine Batterie zur Aufladung von Energie ansehen, die auf dem Durchgang durch die verschiedenen Stufen der Organismen in der Gesamtbilanz abnimmt, in dem einzelnen Lebewesen zur Spitze der Pyramide hin durch Speicherung aber zunimmt. Das soll uns *Bild 3* klarmachen, in dem die Lebensgemeinschaften eines Sees in ihrem Stufenaufbau gezeichnet sind. Die gelösten organischen Stoffe stellen die größte Masse dar. Dann folgt die Kleinpflanzenwelt (= Phytoplankton, griechisch: treibende Pflanzen), schließlich die Bodenpflanzen. Auf ihnen baut sich die Tierwelt bis zu den Fischen auf. Die Zeichnung stellt die Verteilung der Gesamtgewichtsmasse im richtigen Verhältnis dar, das heißt, das Gesamtgewicht der Fische in einem See ist geringer als das der ihnen zur Nahrung dienenden kleinen Organismen. Dagegen sind diese infolge ihrer starken Vermehrung als Einzelwesen sehr viel zahlreicher als die Fische. Man kann aus dieser Übersicht schon etwas Wichtiges erkennen, was uns später noch sehr beschäftigen wird: die erhöhte Konzentration von Stoffen und Energiespeicherung im Einzelwesen, je höher wir zur Pyramidenspitze kommen. Die gegenseitige Verbindung durch solche Nahrungsketten oder -netze kann Verderben bringen, wenn an einer Stelle in den tieferen Stufen eine geringe Verseuchung eintritt, die aber höher hinauf ständig an Konzentration zunimmt.

Liebig, der große deutsche »Vater der Chemie«, dem wir so viele ausgezeichnete Ideen verdanken, hatte anfangs auch die Vorstellung, daß er durch einen künstlich hergestellten »Patentdünger« unter Mißachtung des Stalldüngers die Bodenharmonie zugunsten des Menschen einseitig »verbessern« könnte. Als Persönlichkeit war er größer als die meisten seiner Schüler und hat seine Erkenntnisse später schriftlich niedergelegt: »Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers versündigt und dafür meine gerechte Strafe empfangen. Ich wollte sein Werk verbessern, und in meiner Blindheit glaubte ich, daß in der wundervollen Kette von Gesetzen, welche das Leben an der Oberfläche der Erde

fesseln und immer frisch erhalten, ein Glied vergessen sei, was ich, der schwache, ohnmächtige Wurm ersetzen müsse.«

Liebig war derjenige, der das Gesetz von der entscheidenden Wirkung des Kleinsten aufstellte. Es bedeutet, daß beim Pflanzenwuchs *der* Ernährungsfaktor bestimmend ist, der im geringsten Maße vorhanden ist. Später erkannte man, daß auch ein einseitiges »Zuviel« lebensbegrenzend wirkt.

Sehen wir uns an, mit welcher Leichtfertigkeit der Mensch seine Umwelt verändert hat. Wieder ein kleines Schema *(Bild 4)* als Leitfaden durch das Labyrinth unseres Lebensraumes.

Interessanterweise geht der Angriff des Menschen, wenn man unsere Zeichnung betrachtet, entgegengesetzt zu den Pfeilrichtungen, das heißt, zuerst richtet er sich gegen Pflanzen und Tiere, dann betrifft er den Boden, das Wasser, die Verunreinigung der Atmosphäre (Schwebestoffe), und als letztes wird das Strahlenmilieu verändert.

Die Ausrottung bestimmter Tier- und Pflanzenarten zugunsten anderer »Hauszüchtungen« des Menschen fiel teilweise schon mit erheblichen Wandlungen der Bodenbeschaffenheit zusammen, wovon alte fruchtbare Siedlungen in heutigem Wüstengebiet, Verkarstungen früher waldreicher Gebirge Zeugnis ablegen. Der Großangriff auf Boden- und Wasserverhältnisse setzte aber erst in der Neuzeit ein, als die Technik durch Maschinen Umwälzungen in einem früher nicht erahnbaren Umfange durchführen konnte. *Liebigs* persönliches Schicksal ist im Prinzip der Weg des Menschen überhaupt. Nachdem erkannt worden war, daß der systematische Ackerbau eine viel sichere Ernährungsgrundlage abgab als die von manchen Zufällen abhängige Jagd auf Tiere, begann der Mensch die Rodung des Bodens. Dabei lag von Anfang an in dieser Entwicklung eine geradezu natürliche Einseitigkeit. Was sich für die Ernährung bewährt hatte, wurde in möglichst großem Umfange angebaut. Das hatte den Vorteil einer recht großen Sicherheit der Versorgung auch in Notzeiten, und es ließ sich sogar ein gewisser materieller Nutzen dabei herauswirtschaften. Dieses Zweckdenken entsprang zuerst also einer kämpferischen Haltung des Menschen, der sich gegen ein »Zuviel« an umgebender Natur tagtäglich verteidigen mußte. Daher hatte er verständlicherweise auch die Meinung, daß die ihn in seiner Arbeit störenden Pflanzen als Unkraut anzusehen seien und daß er bestimmen könne, was auf dem von ihm gerodeten Platz zu wachsen habe. Er verbesserte aus seiner Sicht und für seine Bedürfnisse die Bodenbearbeitung im Laufe der Jahrhunderte, führte alle möglichen Be- und Abwässerungssysteme ein, die sich den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten anpaßten.

Das ging so lange gut, beziehungsweise verursachte keine größeren Störungen im Gesamtgefüge einer Landschaft, ja eines Kontinents, wie die Natur aus ihrer gegebenen Harmonie von sich aus den Ausgleich vollziehen konnte. Den gleichen Vorgang können wir ja auch an einem kranken Körper beobachten, wenn er von irgendwelchen Parasiten oder Bakterien befallen ist. Trotz zum Teil erheblicher Organveränderungen wird immer wieder der Gesamtstoffwechsel aufrechterhalten, aber schließlich wird durch die Zerstörung eines einzigen Organs (zum Beispiel Bauchspeicheldrüse — Zuckerkrankheit) oder durch kleine Zerstörungen an vielen Organen (zum Beispiel allgemeine Blutvergiftung) der Tod herbeigeführt.

Wenn die Chemie des Ackerbodens eine wertvolle Aufgabe geleistet hat, so ist es die Einsicht in die unendliche Vielfalt von chemischen Verbindungen und in das organische Zusammenspiel aller Vitalkräfte, deren sich der Mensch in aller Vorsicht unter Weisheit bedienen kann. Daher schrieb *Liebig* in seinen »chemischen Briefen«:

»Nicht das Feld an sich, sondern die zur Ernährung der Gewächse dienenden Bodenbestandteile im Feld machen den Reichtum des Landwirts aus; durch sie erzeugt er die dem Menschengeschlecht unentbehrlichen Bedingungen zur Erhaltung seiner Temperatur und Arbeitskraft; *die rationelle Kultur im Gegensatz zur Raubwirtschaft beruht auf dem Ersatz;* durch die Wiederkehr der Bedingungen erhält der Landwirt die Fruchtbarkeit der Felder.

Es gibt ein Rezept für die Fruchtbarkeit unserer Felder und für die ewige Dauer ihrer Erträge; wenn dieses Mittel seine folgerichtige Anwendung findet, so wird es sich lohnender erweisen als alle, welche jemals die Landwirtschaft sich erworben hat; es besteht in Folgendem:

Ein jeder Landwirt, der einen Sack Getreide nach der Stadt fährt, oder einen Zentner Raps, oder Rüben, oder Kartoffeln, sollte wie der chinesische Kuli, ebensoviel (womöglich mehr) von den Bodenbestandteilen seiner Feldfrüchte wieder aus der Stadt mitnehmen, und dem Feld geben, dem er sie genommen hat; er soll eine Kartoffelschale und einen Strohhalm nicht verachten, sondern daran denken, daß die Schale einer seiner Kartoffeln und der Halm einer seiner Ähren fehlt. Seine Ausgabe für diese Einfuhr ist gering und ihre Anlage sicher, eine Sparkasse ist nicht sicherer, und kein Kapital verbürgt ihm eine höhere Rente; die Oberfläche seines Feldes wird sich in ihrem Ertrag in zehn Jahren schon verdoppeln, er wird mehr Korn, mehr Fleisch und mehr Käse erzeugen, ohne mehr an Arbeit und Zeit zuzusetzen; seine Sorgen um sein Feld werden gemindert, und er wird nicht in ewiger Unruhe

wegen neuer unbekannter Mittel sein, die es nicht gibt, um sein Feld in anderer Weise fruchtbar zu erhalten.«

Aus der Angst heraus, nicht genügend Nahrungsmittel für alle produzieren zu können, und weil ein erhöhtes Gewicht der Feldfrüchte bei der heutigen Einstellung besser bezahlt wird, hat man sich ziemlich einseitig auf die Mengenvermehrung der Nahrung geworfen. Bei genauerem Zusehen zeigt sich jedoch, daß unsere Nutzpflanzen auf viele künstliche Düngungsarten mit Ernährungsstörungen reagieren. Vereinfacht kann man sagen, daß sie zwar dicker und größer, aber ungesünder werden. Hätten wir kleinere, aber biologisch hochwertige und nicht einseitig angereicherte Pflanzen, kämen wir mit kleineren Mengen aus.

»Qualitativ essen wir heute eine Mangelkost, die uns paradoxerweise in übersättigtem Zustand hungern läßt. Dabei vergessen wir, daß wir bei Mangelnahrung größerer Mengen bedürfen, mit denen wir nicht nur unseren leistungsgeminderten Stoffwechselapparat überlasten, sondern auch die Nahrungsbasis einengen«. *(Ruppert)*

Es ist bedauerlich, daß der biologische Wert der Nahrungsmittel infolge der Nichtanwendung biologischer Bestimmungsmethoden ungenügend beachtet wird. Dabei liegen bereits eine beachtliche Zahl von Veröffentlichungen (u. a. *Schuphan, Caspari, Heinze, Rusch)* vor, in denen sogar an praktischen Beispielen gezeigt wird, daß eine Verbesserung der Qualität wie sie beim organischen Landbau resultiert, keineswegs zu einem Rückgang der Ertragssteigerung führt. Andererseits läßt sich nachweisen, wieviel gesünder, ergiebiger, widerstandsfähiger und haltbarer die natürlich gezogenen Pflanzen sind. Dadurch würde sich auch manches schwierige Transportproblem lösen lassen.

Aber trotz Liebigs Einsicht und der anderen neugewonnenen Erkenntnisse halten sich überall hartnäckig die reinen Ertragsberechnungen nach Gewicht ohne Berücksichtigung der biologischen Wertigkeit. Als Beweis für den Fortschritt teilt man der von statistischen Belegen immer wieder beeindruckten Menschheit mit, daß wir seit der Jahrhundertwende unsere Hektarerträge verdreifachen konnten, was zu einem großen Teil Verdienst der Verwendung von »Mineraldüngern« und der Schädlingsbekämpfung sei. Werden dann noch — wie meistens — die geschätzten Ungezieferschäden in Zahlen ausgedrückt, dann ist der Laie davon überzeugt, daß wir auf unsere erreichten Leistungen stolz sein dürfen!

Beim Boden sind die großen Störenfriede Monokultur und Bodenerosion — die eine bedingt das andere und damit zugleich eine gefährliche Umsteuerung, Verunreinigung und Überbeanspruchung des Was-

serhaushaltes. Auch die Erde leidet heute an einer modernen Krankheit: Kreislaufstörungen durch Zivilisationsschäden!

Wesen und Unglück einer Monokultur (griech.: monos = einzig, allein) erkennt man am besten an dem Raubbau, den der Mensch am Walde getrieben hat. Die Entwicklung zum sogenannten »Kulturwald«, der mit ausschließlicher Betonung wirtschaftlicher Holzausnutzung Boden, Klima und Wasserverhältnisse stört, ist Verachtung der uralten Weisheit der Harmonie durch Gegensätze. Flächenweite Kahlschläge mit künstlicher Neusaat von Reinbeständen (eben Monokulturen) an Kiefern, Eichen, Buchen geben heute den meisten Landschaften sogar im verhältnismäßig waldreichen Mitteleuropa ihr Gesicht, obwohl die Forstwirtschaftler immer wieder ihre großen Bedenken angemeldet haben.

Der Wald in der ursprünglichen Form des Urwaldes stellt eine biologische Einheit, eine Lebensgemeinschaft dar mit einer breiten Mischung der verschiedenen Bäume, Pflanzen und Tiere einschließlich der Kleinlebewesen des Bodens. Der deutsche Chirurg Professor *Bier*, ein Anhänger des großen griechischen Arztes Hippokrates und dessen Lehre, daß Gesundheit richtige und Krankheit falsche Mischung darstelle, hatte sich Anfang dieses Jahrhunderts ein großes Versuchsgut bei Berlin gekauft, auf dem er wertvolle Pionierarbeit für den Gedanken einer echten Waldpflege leistete. Er bewies in jahrzehntelanger Arbeit zusammen mit verständnisvollen Forstwirten, wie unendlich wichtig ein natürlicher Wald für die Existenz des Menschen selbst ist und daß es Grenzen für dessen Ausnutzung gibt.

Professor *Vanselow* schreibt im großen Handbuch der Biologie über den einseitigen »Kulturwald«, der in Wirklichkeit ein Zeichen der noch immer vorhandenen Unkultur ist: »Der Mensch greift zur Gewinnung des unentbehrlichen Rohstoffes Holz in das natürliche Waldgefüge, um das Wachstum der Bäume, an denen er allein Interesse hat, in die für ihn zweckmäßigste Richtung zu lenken, um astfreies, vollholziges, gleichmäßig gewachsenes Nutzholz zu erzeugen; er entnimmt immer wieder dem Wald Bäume, um der Volkswirtschaft die begehrten Nutzholzsorten zu liefern. Wir können die Gesetze der Natur nicht abbiegen, sondern nur in Anlehnung an sie und mit geringster Störung ihrer natürlichen Harmonie unsere menschlichen Ziele erreichen. Weil das nicht beachtet wurde, entstand daraus auf weiten Gebieten Mitteleuropas ein unzweckmäßiger Waldaufbau und eine ebensolche Waldzusammensetzung als eine Folge der früheren Waldbautechnik, die der Harmonie des Waldes schwere Wunden geschlagen hat, die sich in Insekten- und Pilzkalamitäten, in Boden- und Produktionsrückgang

äußern. Es ist die Aufgabe der Zukunft, die Grenze zu finden, bis zu der menschliche Tätigkeit, menschliche Bedarfsdeckung gehen darf, um die Einheit des Waldes und damit ihr biologisches Gleichgewicht wenigstens im Großen zu wahren . . .«

Demoll berichtet, daß das Amt der Vereinten Nationen nunmehr dringend empfohlen hat, »die Waldbestände zu schützen, um dadurch auch das Ackerland zu erhalten«. Er fährt fort, daß sich darin jetzt wenigstens die Erkenntnis äußere, »daß der Wald den Acker schützt und daß sich der Mensch mit dem Wald auch seine Ernährungsgrundlage zerstört. Je ungleichmäßiger die Niederschläge, um so entscheidender die Bewaldung. Die Vernichtung der Wälder kann die fruchtbarste Landschaft in einen steinernen Friedhof verwandeln«.

Fudalla berichtete in seinem packend geschriebenen Buche über unsere kranke Gegenwart von dem Alarmruf Professor *Flatschers*, daß in aller Welt zu viele Bäume geschlagen werden: »in Europa 20 Prozent zu viel, in Asien 74 Prozent; in Südamerika 60 Prozent; in den USA 107 Prozent!«

Fudalla berechnet den durchschnittlichen Holzverbrauch für den modernen Menschen während seines Lebens auf etwa 300 ausgewachsene Bäume!

In der Bundesrepublik betrug bereits 1961 der tägliche Verlust an land- und forstwirtschaftlicher Nutzfläche durch Wohn- und Industriebauten sowie die Anlage von neuen Straßen mindestens 70 ha. Umgerechnet sind das drei Bauernhöfe mit etwa je 100 Morgen Land, die tagtäglich für die Bodenbebauung verlorengehen.

Neben der unbedachten Abholzung gewaltiger Waldflächen in Amerika wurde gleich der zweite große Fehler in Form der fast unübersehbar großen Weizenfarmen ohne jede Unterbrechung durch Baum- oder Heckengruppen begangen. Hier sprachen die Weizenbarone ihr gewichtiges Wort. Aber wie die Natur zurückgeschlagen hat, erzählt *Karbe:*

»300 Jahre hatten Generationen von Farmern in zähen, teils blutigen Kämpfen die Prärie erobert, geholzt und gerodet. Erst langsam, dann schneller. Und jeder Farmer sagte sich: Ich arbeite hier schwer, aber dafür gehört das Land mir und keiner kann es mir nehmen. Aber nun kam ein Wind, noch nicht einmal ein ordentlicher Sturm, und nahm sich ganze Farmen, ohne daß irgend jemand diese ›Landnahme‹ verhindern konnte. Die Städter verkrochen sich in ihre Häuser. Viehherden kamen in freier Wildbahn um, auch die junge Saat wurde vom Staub erstickt.

Man schätzt die Bodenmengen, die am ersten ›schwarzen Tag‹, am

17. März des Jahres 1934, in den Atlantik geweht wurden, auf 300 Millionen Tonnen. Die Existenz von 160 000 reichen Farmern war vernichtet, sie zogen als arme Habenichtse zurück in die Städte. Um einen Zentimer Humus neu zu bilden, läßt sich die Natur einhundertfünfzig bis zweihundert Jahre Zeit. Und nun flogen Millionen Hektar wertvollsten Humusbodens bis zu einer Tiefe von 18 Zentimetern an einem Tag davon! Und dabei blieb es nicht: Wochen später entluden sich Wolkenbrüche über das gepeinigte Land und brachten Überschwemmungen, und den Winderosionen folgten die Wassererosionen. Ein einziger regen- und schneearmer Winter hatte genügt, um ein Land, in dem es selbst die Krähen schwer hatten, einen Nistplatz zu finden, an den Rand der völligen Vernichtung zu bringen. Man schätzt, daß dank der ›Pioniertätigkeit‹ in den USA während der letzten 150 Jahre

20 Millionen Hektar Acker durch Erosion vernichtet,
80 Millionen Hektar Acker durch Erosion geschädigt,
2 Millionen Hektar Acker durch Versanden vernichtet und
25 Millionen Hektar Acker durch Versandung bedroht wurden.

Es ist die so reiche Früchte tragende Erde Amerikas, die vom Wind durch die Luft davongejagt wird. Es ist eine Wanderschaft, aus der es keine Rückkehr gibt. Es ist für Amerika eine nationale Tragödie und für die ganze übrige Welt eine letzte Warnung . . .«

Erosion kommt von dem lateinischen Wort erodere = zernagen, zerklüften, und überall auf der Erde feiert der Unverstand der Menschen seine Triumphe, fliegt die wertvolle Humuserde durch den Wind ins Meer oder wird mit den Flüssen in unvorstellbaren Mengen davongetragen. So ist es in China, in Nordafrika, in Südafrika, in Südrußland, Spanien, Griechenland (die Gebirge Griechenlands trugen in prähistorischer Zeit fast durchweg Waldböden, einige sogar bis weit in historische Zeiten: Das Geburtsland des Polybiers, Arkadien, war zumindest noch im Jahre 160 v. Chr. bewaldet [*Hyams*]), ebenso die früher blühenden Länder rund um das Mittelmeer. Erste Ansätze zu einer vernünftigen Wiederaufforstung wurden zum Beispiel in der Lybischen Wüste zunichte gemacht, als von den Beduinen 1945 nach Abzug der Italiener Millionen mühsam angepflanzter Bäume wieder gefällt oder entwurzelt wurden. Es ist wie ein Selbstvernichtungstaumel, und daher geht es weiter mit den Verkarstungen einst waldreicher Gebiete, die wie vollgesogene Schwämme den Ausgleich zum Grundwasser gebracht hatten, und es geht weiter mit der rücksichtslosen Ausbeute geschundener Böden . . . Die humusarmen und durch falsche Pflugbehandlung weiter abschwemmenden Äcker unterstützen das stärker wer-

dende Absinken des Grundwassers, wobei die regulierten Flüsse sich immer tiefer in das tote Land eingraben. Neben die Verkarstung und Versteppung tritt die Eintiefung der kleinen und großen Wasseradern mit ihren unübersehbaren Folgen. Man möge bei *Demoll* oder *Karbe* oder auch in den Broschüren der Deutschen Vereinigung für Gewässerschutz die unzähligen Beispiele nachlesen, in denen gezeigt wird, wie am Rhein und an der Ruhr das Sinken des Grundwasserspiegels kaum noch übersehbare Verluste nicht in der Fischerei allein, sondern auch in Land- und Forstwirtschaft gebracht hat! Die Versteppung schreitet ständig fort, und man mag eine kleine Vorstellung von dem Ausmaß dieser Veränderung gewinnen, wenn man hört, daß Brunnen, die die Römer in der oberrheinischen Tiefebene angelegt hatten und die bis auf 15 Meter heruntergingen, heute trocken geworden sind.

Im Gegensatz zu dieser allmählich sichtbarer und fühlbarer werdenden Wassernot für den Haushalt- und Industriegebrauch steht die stetige Zunahme an Wasserverwendung auf diesen Gebieten, die man heute auf das 70—80fache gegenüber der Zeit um die Jahrhundertwende schätzt.

Die Pumpenstationen können für die großen Städte allein den Bedarf an Trinkwasser nicht mehr aus dem durch den natürlichen Boden gereinigten Grundwasser decken. Man muß daher auf das Oberflächenwasser zurückgreifen, wie es uns in den großen und kleineren Flüssen zur Verfügung steht. Wie es mit diesen in Deutschland aussieht, hat der Bundesverkehrsminister Dr. *Seebohm* selbst ausgeführt: »Rhein und Weser sind strömende Kloaken, aber keine Flüsse mehr!« Professor *Reploh*, Vorstand des Hygienischen Instituts der Universität Münster, der zum Beispiel im westfälischen Raum die Beschaffenheit der kleinen und kleinsten Gewässer untersuchte, fand fast ohne Ausnahme eine hochgradige Verschmutzung. Man braucht sich darüber nicht allzusehr verwundern, wenn man hört, daß bereits eine Pappefabrik mittlerer Größe täglich ebensoviel Abwässer liefert wie eine Stadt von etwa 30 000 Einwohnern und daß große Chemiewerke an Verbrauch und Verschmutzung der Gewässer Millionenstädten Konkurrenz machen.

Da trotz aller Mahnungen bisher keine Besserung der Verhältnisse abzusehen ist, reifte in der Bundesrepublik der grotesk anmutende Plan, für das Ruhrgebiet Pipelines zur Trinkwasserbeschaffung aus Norwegen zu legen!

Unter Berücksichtigung des derzeitigen Bedarfs hat man für die Bundesrepublik ausgerechnet, daß im Jahre 1960

a)	für die öffentliche Wasserversorgung	4 Milliarden cbm
b)	für die Landwirtschaft	2 Milliarden cbm
c)	für die Industrie	7 Milliarden cbm

an Wassermengen zur Verfügung gestellt werden mußten.

Im einzelnen wurde ein durchschnittlicher Wasserverbrauch errechnet:

1 Beschäftigter während der Arbeitszeit	12 l
1 Schüler während des Schulbesuches	20 l
1 kg Wäsche	60 l
1 Wannenbad	150—500 l
1 Brausebad	20—30 l
1 Klosettspülung	(5—50 l) 10 l
1 Kraftwagenreinigung	200 l
1 Schlachtung	300—3000 l
1 Rindshaut, Sohlengerbung	2500 l

Zur Herstellung von:

1 l Bier	25 l
1 l Molkereimilch	4,5 l
1 kg Zucker	120 l
1 kg Papier	200—1000 l
1 kg Zellstoff	200—600 l
1 kg Kohle	2,5—4,0 l
1 kg Stahl	10—20 l

Die Hiobsmeldungen über das völlige Abtöten aller Organismen in den Gewässern sind inzwischen so zahlreich, daß man Bände damit füllen könnte. Insgesamt ergibt sich eine erschreckende Bilanz menschlicher Dummheit und Selbstzerstörung.

Das große Trockenjahr 1959 ist gleichzeitig ein Katastrophenjahr für die Fischerei gewesen. Schon im April dieses Jahres berichtete der »Kescher«, eine einschlägige Fachzeitschrift: »Treffen wir eine Auswahl, die zu denken gibt. Man kann nicht mehr alles erfassen. Es folgen seitenweise Aufzeichnungen aus allen Teilen der Bundesrepublik. Zum Schluß werden angeführt: 30. 4., Die Rheinpfalz: ›Großes Fischsterben auch im Wörther Gebiet.‹ Auch durch die Maikäferbekämpfung! ›So wird Schädlingsbekämpfung unrentabel‹, schreibt die Zeitung als Schlagzeile. Hier sprühte man mit Hubschraubern! — Aachener Nachr. — 11.-14. 5., Versch. Zeitungen: ›Für 12 000 DM Fische jeder Größe in der Ablach vernichtet!‹ Eine Meßkirchener Firma leitete hochwirksame Ätzsäure in die städtische Kanalisation. — Saarburger Kreisblatt, 13. 5., ›Forellensterben im Leukbach — Lehrling spülte Ölfässer aus!‹«

1960 gehen die Unheilsmeldungen weiter:

Mannheimer Morgen 21. 4. 1960: »Die Fischbrut in einem großen Teil der Fulda ist wahrscheinlich durch umfangreiche Schwerölfelder vernichtet worden, die gegenwärtig flußabwärts treiben.«

Koblenz 27. 6. 1960: Fischereirat Dr. Jens teilt mit, daß in der Mosel durch Fischsterben für mehr als eine Million Mark Schaden entstanden ist. Als Grund werden Giftstoffe, die bei Thionville in die Mosel gelangten, angegeben.

Diese Liste kann man laufend ergänzen.

Bei Köln haben die behördlichen Untersuchungen ergeben, daß 1959 täglich eine Menge von

20 000 t Industriesalze

rheinabwärts ziehen, und das Gewicht der täglich auf dem Main stromabwärts treibenden Pilzverschmutzung beträgt 400 t. Rechnet man dazu die steigende Verölung der Binnengewässer, die Abwässer aus den Städten, die unkontrollierbaren (!) zahlreichen Industrieabfälle, die abgeschwemmte Erde, so erscheint es verständlich, daß die Fische allmählich völlig aussterben und der Restbestand zum Teil durch Phenol- und anderen industriellen Beigeschmack ungenießbar geworden ist.

1910 wurden im Rheingebiet jährlich 150 000 bis 175 000 Rheinsalme (Lachse) gefangen, heute nur noch 3 000, davon 80 Prozent phenolverseuchte. Die Rheinfischerei ist so gut wie vernichtet.« — 15—20 Millionen DM muß der Bund jährlich an Unkosten für volkswirtschaftliche Schäden durch verseuchtes Rheinwasser tragen.

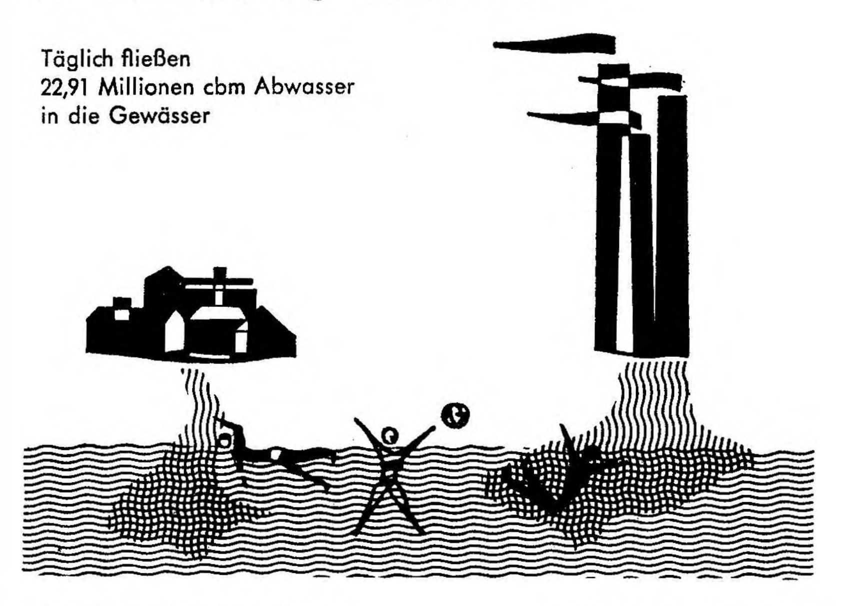
Auf dem Internationalen Chemikerkongreß in München 1959 berichtete *Kaeß* in einem Vortrag, daß man 1938/40 im Niederrhein wenigstens stellenweise noch die ursprüngliche Rheinwasserfauna antreffen konnte. Heute ist öde Einförmigkeit eingezogen, da die wichtigen Kleintiere wie Insektenlarven, Schnecken, kleine Krebse völlig verschwunden sind. Parallel damit geht die Veränderung und Verarmung der Ufervegetation.

Es ist jedem Einsichtigen klar, daß unter solchen Umständen weder der Rhein noch andere Flüsse die Aufgabe einer natürlichen Abwasseraufbereitung erfüllen können.

Im Herbst 1963 teilte die Bundesregierung mit, daß trotz der 1959 erfolgten Gründung der »Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheines« ihre Bemühungen ohne Erfolg waren. Die Verschmutzung nimmt immer noch zu trotz der Arbeit von Behörden, Instituten, Wissenschaftlern und der Mithilfe von Ländern, Gemeinden und der Industrie. Das soll auf vermehrten Abwasseranfall, Zunahme der Bevölkerung, Anhebung der Lebenshaltung sowie Steigerung der Industriali-

sierung und Motorisierung auf allen Gebieten zurückzuführen sein. Für den Menschen ist an vielen Stellen schon ein Badeverbot verhängt worden, anderswo hat man es aus Nachlässigkeit bisher vergessen. *Karbe* schildert diese Situation besonders anschaulich:

Die Verschmutzung unserer Gewässer



Aus öffentlichen Kanälen:

2,79 Mio ohne Reinigung
4,70 Mio teilw. (mech.) gereinigt
2,00 Mio gut (biol.) gereinigt

Aus Industrie-Kanälen:

2,84 Mio ohne Reinigung
3,09 Mio mit Reinigung
7,49 Mio Kühlwasser

Abbildung 5

»Kein Mensch würde ein Wannenbad nehmen, dem man etwa einen Viertelliter aus einer Abortgrube zugefügt hätte. Und doch würde diese Verunreinigung nur einem Verhältnis von 1:400 entsprechen. In Deutschland gibt es aber Flüsse, die — wie beispielsweise die Elbe bei Hamburg — ein Verschmutzungsverhältnis von 1:200 haben. Badeverbote sind hier keine Abhilfe, weil sie praktisch in der Nähe einer Millionenstadt doch nicht befolgt werden. Durch Verbote kann man auch nicht verhindern, daß der Schmutz in das Grundwasser vordringt und — wie geschehen — bis in die Küche der Hausfrau gelangt.«

Die Verschmutzung der schönsten, klaren Gebirgsseen nimmt immer größere Ausmaße an, so daß viele Menschen bewußt darauf verzichten, »Erfrischungs«-Bäder zu nehmen. Am Ende des regenreichen Sommers 1960 mußte wegen der zunehmenden Klagen eine Gesundheitskontrolle des Chiemsees vorgenommen werden. Es wurde eine sehr erhebliche Verseuchung mit Colibakterien durch die steigende Abwasserbelastung, zahlreiche Campingplätze und unsachgemäße Abwässerung festgestellt. Der Chiemsee ist demnach trotz seiner Größe als Badegewässer bedroht. Ohne gründliche Änderung wird er wie viele andere kleinere Seen nicht dem Schicksal entgehen, unbrauchbar für die menschliche Erholung zu werden.

Der verzweifelte Kampf der Bodenseegemeinden gegen große neue Industrievorhaben mit weiterer Verschlammung und Verseuchung des auch als Trinkwasserreservoir dienenden Sees ist weit bekannt geworden. Die Fischer können die schon jetzt bestehende Verschlechterung des biologischen Zustandes an dem starken Rückgang der Edelfische, besonders der Bodenseefelchen, konstatieren.

Auf den international befahrenen Meeren, die heute noch als große Selbstreinigungs-Sammelbecken benutzt werden, gibt es schon eine eindringliche Vorwarnung durch die »Ölpest«. Ich habe in einer früheren Arbeit diese Gefahr erwähnt, ausführlicher berichtet darüber wiederum *Demoll* in seinem Buch:

»Wenn die Tankdampfer in Bristol gelöscht haben, dann werden bei der Ausfahrt noch in Küstennähe die Öltanks geflutet. Ein großer Tanker gibt dabei bis zu 200 Tonnen Öl ab. 1953 gingen mehr als 400 000 Tonnen Öl und ölhaltiger Schlamm ins Meer. Fische sterben, weil ihre Kiemen verkleben, Fischbrut, die an der Oberfläche lebt, geht in Massen zugrunde; Muschelbänke werden vernichtet. Die Fischer können die Netze nicht mehr auswerfen, weil diese durch den Ölüberzug die Fängigkeit verliern, und die Wasservögel gehen zu Tausenden elend zugrunde, weil ihre Federn durch das Öl zusammenkleben und die Tiere dadurch flugunfähig werden. Sie verhungern und erfrieren.

Diese Ölrückstände, die zu einer klebrigen Schmiere werden, bedecken das Wasser, überziehen die Haut der Badenden und rufen Hautentzündungen hervor; sie durchtränken die Badeanzüge — eine zähflüssige, ekle Masse. An der Nord- und Ostseeküste werden die Zustände schon sehr bedenklich. ›Ölfreier Badestrand‹, so annoncieren bereits englische Badeorte, — es sind aber nicht mehr viele, die zu dieser Reklame berechtigt sind.

Man hat festgestellt, daß in der Mitte des Atlantischen Ozeans aus-

geschüttete Ölrückstände mit erheblicher Geschwindigkeit bis an die europäische Küste treiben und daß man sie noch nach Monaten erkennen kann. Diese ›beständigen‹ Öle halten sich jahrelang.

In London trafen sich 1954 32 Nationen, um über Abhilfe zu beraten. Es sollte ›so weit als möglich‹ jedes Ablassen von Öl und Ölrückständen verboten werden. Da aber die nötigen Vorkehrungen, die es ermöglichen würden, alles Öl zurückzuhalten, weder auf den Schiffen noch in den Häfen getroffen sind, hat man sich damit begnügt, das Ablassen des Öls in bestimmten Zonen des Meeres zu verbieten. Nur zehn Staaten sind dieser Abmachung beigetreten. Unter den Mächten, die nicht beigetreten sind, befinden sich auch die Meeresströmungen, die das Öl aus den erlaubten Zonen schnell in die verbotenen befördern.«

Immer wieder das gleiche Bild: Der Einzelfall erscheint unbedeutend, man nimmt ihn hin, da er ja so harmlos aussieht. Nachher kann man den zunehmenden Schaden zwar erkennen, aber die meisten sind zu träge oder zu feige, sich gegen die Rücksichtslosigkeiten zur Wehr zu setzen, und so bleibt alles schön beim alten.

Eine Kurzübersicht der wichtigsten deutschen Gewässer (nach »Fisch und Fang«) ergibt folgendes Bild:

Elbe	kommt hochgradig verschmutzt über die Zonengrenze. Hamburg stellt Trinkwasserversorgung auf Tiefbrunnen um.
Rhein	Kampf der Interessenten auf nationaler und internationaler Ebene. Starke Versalzung durch Industrie.
Bodensee	Faulschlamm nimmt ständig zu. Gefahr des »Umkippens«.
Hochrhein	Anstieg der Colibazillen um das über Hundertfache. Ab Basel keine Kraft zur Selbstreinigung.
Oberrhein	Versteppung des Hinterlandes durch weiteres Sinken des Grundwasserspiegels. Keine Berufsfischer mehr.
Donau	Starke Verschmutzung, viel Treibgut, Tierkadaver etc.
Fulda	Besonders auffällige Ölverschmutzung.
Werra	Starke Versalzung, so daß kaum noch natürlicher Aufwuchs von Fischen vorhanden ist.
Mosel	Erheblicher Zufluß von Industrieabwässern (Fischsterben).
Wupper	Fischsterben durch Abwässer mit Schwefelsäure, Salpetersäure und chloridhaltige Flüssigkeiten.
Lahn	Teilweise bereits verödet.

Es ist offensichtlich, daß bei einer solchen Vernachlässigung der Gütewirtschaft unserer Gewässer sich nicht nur an den Flüssen diese Miß-

stände auswirken, sondern ebenso in großem Umfange bei der Bereitstellung von Trinkwasser. Auf einer Fachtagung erfährt man, daß »durch die Entstehung neuer Industriezweige und Produktionsverfahren die Abwasserreinigungstechnik immer vor neue Probleme gestellt wird, die sie zum Teil nur mit großer Verspätung oder gar nicht gelöst hat. Beispiele hierfür sind die Erdölindustrie, die chemische Industrie mit der Vielzahl ihrer neuen Produkte, darunter die Detergentien, Schädlingsbekämpfungsmittel und Antibiotica mit ihren besonders schwierigen Abwässern, über deren Eigenschaften wir ebensowenig unterrichtet sind wie über das Schicksal ihrer Inhaltsstoffe im Vorfluter und im Boden. Hier liegen echte und aktuelle chemische Probleme des Gewässerschutzes vor.« *(Naumann)*

Es ist bekannt, daß im Bundesgebiet mindestens bis Ende 1963 eine Million Heizöltanks im Boden lagerten. Jedes Jahr erhöht sich diese Zahl um etwa 200 000. Bisher war die Kontrolle unzulänglich, obwohl bekannt ist, daß ein Teil Öl rund eine Million Teile Wasser ungenießbar machen kann. Ausgeflossenes Öl ist aber aus dem Boden sehr schwer zu entfernen, breitet sich weit aus, und es sind Fälle berichtet worden, bei denen die Grundwasserverseuchung für 70 Jahre bestehen blieb.

Von der Mineralölwirtschaft werden die Möglichkeiten für eine Gefährdung der Gewässer gern bagatellisiert. Die Wasserfachmänner haben demgegenüber in verhältnismäßig kurzer Zeit eine Liste über 300 Unfälle zusammengestellt, die zeigen, wieviel schon auf dem Antransport mit Bahn, Lastzug oder Fernleitungen geschehen kann.

Entgegen den Einwendungen, daß man die Gefahr durch die Ölverschmutzung wohl doch zu pessimistisch sähe, hat Professor *Zimmermann,* Direktor eines Institutes für Hygiene und Mikrobiologie eindeutig erklärt, daß man alle von technischer Seite vorgebrachten Argumente äußerst sorgfältig überprüft habe und bei der Feststellung bleiben müsse, daß Kraftstoffe und Mineralöle das Wasser ungenießbar machen können. Bildlich gesprochen: Hätte man die Möglichkeit, die bereits in den Boden eingedrungenen Ölmengen mit einem Mixgerät insgesamt dem Grundwasser zuzusetzen, dann besäßen wir wahrscheinlich heute schon kein einwandfreies Wasser mehr.

Auch der Laie hat in den letzten Jahren durch die zahlreichen Erörterungen in den Zeitungen und Bundestagsdebatten verstehen gelernt, was Detergentien sind. Diese synthetischen Wasch- und Netzmittel fielen nach dem Abfließen in unsere Gewässer schon dadurch auf, daß infolge des enorm angestiegenen Verbrauchs an Gefällstrecken und Schleusen große Schaumberge entstanden. Sie konnten ganze Schiffe einhüllen oder wie bei der Stadt Kassel sogar zu Verkehrsstörungen

führen, wenn durch den Wind bis zu 9 m hohe Schaumberge auf die Straße getrieben wurden. Daß der Bundestag ein »Detergentiengesetz« verabschiedete, ist auf die Einsprüche der Wasserfachmänner zurückzuführen. Da die Sauerstoffaufnahme in den Wasserläufen stark beeinträchtigt wurde und die synthetischen Stoffe nur schlecht biologisch abgebaut werden konnten, war eine steigende Gefahr für Fische und alle anderen sauerstoffabhängigen Organismen gegeben.

Auf Grund des Gesetzes wurden nun in wirklich mühevoller und kostenreicher Arbeit neue, sogenannte weiche Detergentien entwickelt, die nach den Angaben zu 80 Prozent biologisch abbaufähig sein sollen. Soweit in Erfahrung zu bringen war, setzt diese Abbaufähigkeit allerdings erst bei einem gewissen Verschmutzungsgrad (!) der Gewässer ein. Außerdem haben Versuche in einem kleinen sauberen, sauerländischen Flüßchen ergeben, daß auf einer Strecke von 1000 m alle Forellen innerhalb einer Stunde starben. Bei einer Fragestunde im Bundestag wurden solche verwirrenden Ergebnisse nicht aufgeklärt. Da in der ersten Rechtsverordnung zum Detergentiengesetz keine Vorschriften über das zulässige Maß an Giftigkeit gegeben sind, ist man anscheinend gewillt, die 4fach höhere Giftwirkung in Kauf zu nehmen. Ob sie wirklich durch die bessere Abbaumöglichkeit ausgeglichen wird, werden wir vielleicht am weiteren Fischsterben ablesen können.

Schon bei den verbotenen harten Detergentien blieb unklar, ob durch anhaftende Rückstände am Geschirr und durch das Wiedererscheinen der Netzschaummittel im Leitungs- und Trinkwasser nicht chronische Schäden beim Menschen gesetzt werden könnten. Die gesundheitliche Bedeutung bei den erheblich giftigeren neuen Mitteln ist noch nicht abzusehen.

Der Hygieniker Prof. *Replob* hat mehrfach darauf hingewiesen, daß man zu wenig bedenkt, wie überreichlich heute in der Säuglingsernährung Trockenmilch Verwendung findet, die ja mit Wasserzusätzen gelöst werden müsse. Da aber das Kleinkind für alle Fremdstoffe besonders empfindlich ist, dürfte die Zuführung so wenig biologisch bekannter Substanzen recht bedenklich sein.

Eine weitere unangenehme Eigenschaft der Netzschaummittel ist ihre Schlepper- und Trägereigenschaft für andere Giftstoffe, die somit mit in das Trinkwasser als Lebensmittel hineingelangen können. Man sollte nicht vergessen, daß der Mensch bis zum 30. Lebensjahr insgesamt etwa 1700 Liter Flüssigkeit aufnimmt.

Auch für die Entseuchung radioaktiver Abwässer sind die synthetischen Reinigungsmittel hinderlich. Selbst bei geringen Zusätzen versagten bestimmte Methoden der Dekontaminierung (Reinigung).

Schon in einem Gutachten im Auftrage des Bundesministeriums für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft war festgestellt worden, daß es praktisch bereits unmöglich geworden ist, die das Grundwasser und Trinkwasser gefährdenden Substanzen alle zu untersuchen. Daher hat der Toxikologe Professor *Eichholtz*, der ebenfalls die Einzelanalysen des Wassers für überholt hält, weil zuviel unbekannte Stoffe vorhanden sind, den Vorschlag gemacht, stärker als bisher Trinkwassereinzugsgebiete zu schützen. Gleichzeitig müßte Trink- und Gebrauchswasser in den Leitungen getrennt werden, weil mit keiner Aufbereitungsmethode mehr ein natürliches Wasser erzielt werden kann. Das wird verständlich, wenn man von dem Chefhydrologen Dozent Dr. habil. *Gießler* hört:

»Zusatz chemischer Fällungsmittel zur Beseitigung einer eventuellen Trübe mit anschließender Sandfilterung, Aktivkohlefilterung, Ultraviolettbestrahlung oder Ozonierung zur Abtötung von Keimen sind Glieder solcher Wasseraufbereitungsprozesse. Ihnen werden normale Gewässer, wie auch besonders gefährdete natürliche und künstliche Grundwässer unterworfen. So wird in Schnellverfahren sogar aus Flußwasser mit erheblicher Abwasserlast wieder Trinkwasser gewonnen. Selbst wenn bei solchen Wässern schließlich Farbe, Geruch und Geschmack völlig befriedigend sind und bakteriologische Bedenken nicht bestehen, kann unmöglich von einem gegenüber natürlichem Wasser vollwertigen Trinkwasser gesprochen werden.«

Mit Recht kritisierte *Gießler* weiter die verwunderliche Tatsache, daß die Medizin sich bisher immer mit den üblichen chemischen Routineprüfungen zufrieden gegeben hat. Es wäre dringend nötig, biologische Teste für den Gütecharakter des Wassers zu benutzen.

Es wird unmöglich sein, den früheren Zustand der Flüsse und Seen wiederherzustellen, aber wir könnten am Beispiel der so stiefmütterlich behandelten Wasserwirtschaft lernen, was uns auf dem Gebiete der Kernenergie erwartet, zumal die Probleme zum Teil sehr eng miteinander verknüpft sind. Wenn man die Forderungen liest, die von mutigen Männern als Aufgaben in der Wasserwirtschaft gestellt werden, so läßt sich vieles mit geringen Veränderungen auf die ungelösten Fragen in der Atomindustrie übertragen:

Wissenschaft und Praxis der Abwassertechnik haben mit der Entwicklung der Wirtschaft nicht Schritt gehalten. *Kumpf* vom Bundesministerium für Gesundheitswesen teilte 1963 mit, daß in der Bundesrepublik nur 25 v.H. der Abwässer ordnungsgemäß geklärt werden. Viele Städte besitzen noch keine mechanisch-biologische Kläranlage. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, daß die früheren Maßstäbe für aus-

reichende Klärung heutigen Anforderungen eigentlich längst nicht mehr genügen. Wenn es jedoch weiterhin dem Zufall überlassen bleibt, daß hier und da ein einzelnes Problem aufgegriffen wird, muß das Ergebnis unbefriedigend, unzulänglich und unwirtschaftlich bleiben. –

Bei der Entwicklung neuer Industriezweige und Produktionsverfahren müssen die Abwasserprobleme von Anfang an gleichrangig bearbeitet werden.

Alle diese Aufgaben können nur gelöst werden, wenn es gelingt, eine größere Zahl von Fachleuten heranzubilden, die durch Forschungsarbeit zu praktischen Lösungen führen und den Wasserbehörden, den Gemeinden und der Industrie als unabhängige Berater zur Verfügung stehen. —

Wir müssen endlich Schluß machen mit dem Stückwerk in der Wassergütewirtschaft und müssen mit der Aufstellung von Reinhalteordnungen und großräumigen Rahmenplanungen auf weite Sicht eine neue Ära zeitgemäßen Gewässerschutzes beginnen. — *(Naumann)*

In Deutschland besteht jedoch nach wie vor eine katastrophale Zersplitterung im Bereich des Wasserrechts, nachdem der Versuch mit Hilfe eines Bundesrahmengesetzes wenigstens gewisse Verbesserungen zu schaffen, gescheitert ist. Noch immer findet man innerhalb der einzelnen Länder der Bundesrepublik verschiedene Sonderrechte aus vergangenen Zeiten bis herunter zu den Gemeinden. Sie sind für die heutigen Verhältnisse nicht mehr tragbar, man kann aber um örtlicher Vorteile willen mit ihnen alle großräumigeren Planungen zerschlagen. So bleiben bisher alle Vorstöße, diese Mißwirtschaft im Interesse der Allgemeinheit zu beenden, im Gestrüpp der Paragraphen hängen, und diejenigen, die echte Gewinne daraus ziehen, reiben sich die Hände, da niemand ihnen den kostspieligen Bau von Kläranlagen vorschreiben kann.

Man überdenke unter diesen Umständen einmal den Verwaltungswirrwarr, der sich für einen Fluß wie die Weser ergibt, die nicht weniger als 27 mal die Grenzen von Bundesländern überquert!

Köster sagt es sehr deutlich: »Ein böswilliger Verschmutzer könnte Freude daran haben, mit welcher Energie seit Jahren um die verschiedenen Wassergesetze gerungen wird. Je zahlreicher die Verhandlungen und gegensätzlicher die Meinungen sind, um so sicherer ist er davor, daß die Wasseraufsichtsbehörde an seine Tür klopft und Abstellung der Mißstände wünscht. Es ist daher zu fordern, daß die Wasseraufsichtsbehörden eine personelle Verstärkung erfahren.«

Wo sind die verantwortungsvollen Politiker, die endlich einmal die Dinge beim Namen nennen und das aussprechen, was eigentlich jeder weiß und empfindet: Wieso dürfen Einzelpersonen oder Industrie-

gesellschaften das der Allgemeinheit gehörende Wasser ungestraft verpesten, und warum wird der Bürger dazu verdammt, dieses verunreinigte Wasser nun auf seine Kosten durch Staat oder Gemeinden wieder unvollkommen zu Trinkwasserzwecken klären zu lassen? Man kann es auch drastisch so ausdrücken: Wer Dreck macht, soll ihn gefälligst nicht dem Nachbarn in seinen Brunnen schütten, es obliegt ihm vielmehr, eine so sorgfältige und gründliche Vorklärung durchzuführen, daß keinerlei Schaden für die Gesamtheit entstehen kann.

Wir baden in Kloaken und Öl, löschen unseren Durst an den gleichen Quellen — und was essen wir?

Man braucht sich gar nicht auf den Streit über die Nachteile oder Notwendigkeit künstlicher Düngung einzulassen — es ließe sich ein ganzes Buch nur darüber schreiben! —, sondern man kann gleich mit dem Massenverbrauch sogenannter Pflanzenschutzmittel beginnen, deren Einfluß wir uns alle nicht entziehen können. Nach den Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft waren 1955 insgesamt 1295 Mittel zugelassen und anerkannt. Der Umfang der Anwendung ist aus der folgenden Aufstellung ersichtlich:

Insektizide. Zur Bekämpfung des *Kartoffelkäfers* wurden 210 000 ha Anbaufläche mit arsenhaltigen Spritzmitteln, 650 000 ha mit organisch-synthetischen Präparaten (vor allem DDT und HCH) behandelt. Gesamtwert dieser Mittel betrug etwa 14 Millionen DM.

Bei *Ölfrüchten* wurde etwa 80 % der Anbaufläche, das heißt 26 400 ha, mit insgesamt 800 t (durchschnittlich 20 kg/ha) organisch-synthetischen Stäubemitteln (DDT und HCH) im Wert von 0,9 Millionen DM behandelt.

Im *Weinbau* betrug der Wert der verwendeten Insektizide 4,6 Millionen DM. In diesem Betrage sind enthalten: etwa 1500 t organische Phosphorpräparate und 1000 t DDT (10%ig).

Im *Obstbau* wurden an Winterspritzmitteln auf Teeröl- und Dinitrokresolbasis etwa 100 Millionen Liter Spritzbrühe im Wert von 5,6 Millionen DM verwendet und damit etwa 20 Millionen Obstbäume (25 %) behandelt (durchschnittlich 4,5 l Spritzbrühe je Baum).

Fungizide. Der Verbrauch an *quecksilberhaltigen Beizmitteln* betrug rund 920 t im Wert von 4,2 Millionen DM, mit denen etwa 65 % des Getreidesaatgutes behandelt wurden.

Kupfermittel (15- bis 50%ig) wurden im Weinbau 4500 t (für 6,8 Millionen DM), im Kartoffelbau 2000 t (für 8 Millionen DM), im Obstbau 150 t (für 0,4 Millionen DM) verbraucht.

Im Weinbau fanden 3100 t *Schwefelmittel* (für 5,4 Millionen DM) Verwendung.

Herbizide. Die Produktionsangaben für *Wuchsstoffmittel* erlaubten folgende Schätzung: Mit 715 000 kg Wuchsstoffen im Wert von 11 Millionen DM wurden 550 000 ha Getreidefläche (12 %) behandelt (durchschnittlich 1,3 kg/ha).

Zum Schluß sei noch ein Beispiel über den *Verbrauch von HCH-Mitteln bei der Maikäferbekämpfung* aufgeführt. Die Angaben beziehen sich auf die im Jahre 1953 in Bayern durchgeführte Aktion. Mit Gesamtunkosten in Höhe von rund 120 000 DM wurden 2040 ha mit folgenden Mengen behandelt: 91 500 kg HCH-Stäubemittel, 4446 kg HCH-Nebelmittel, 882 kg sonstige Mittel.

Schon 1956 hat W. *v. Haller* ein lesenswertes Buch über Vergiftung durch Schutzmittel geschrieben. Richtig ins Gespräch gekommen ist das gesamte Problem der Pestizide erst durch das kürzlich in den USA erschienene Buch der Biologin Rachel *Carson* mit dem deutschen Titel »Stummer Frühling«. Ihre massiven Anklagen gegen den planmäßig verbreiteten Vogel- und Wildtiermord riefen schnell viele Gegner auf den Plan. Präsident Kennedy setzte einen wissenschaftlichen Beratungsausschuß ein, dessen Bericht durch die Interparlamentarische Arbeitsgemeinschaft ins Deutsche übersetzt wurde. Er bestätigt in allen wesentlichen Punkten die Durchseuchung der biologischen Systeme bis herauf zum Menschen. So werden bis 80 % Vogelverluste bei der Bekämpfung des Ulmensterbens angegeben.

In Europa und besonders in der Bundesrepublik tröstete man sich damit, daß ja der Umfang des Gebrauchs der Pestizide wesentlich geringer und die im Leichenfett der Europäer gefundenen Rückstände nur 2:1 Mill., gegenüber 12:1 Mill. in den USA und Kanada seien.

Statt aber eine freimütige Diskussion über eine uns alle angehende Sache zu führen, maßten sich einige Pflanzenschutzfachmänner an, die ganze Angelegenheit als aufgebauscht und sogar falsch belegt zu bezeichnen. Es wiederholt sich hier etwas, was M. S. *Biskinds* schon 1953 veranlaßte in dem Amer. Journ. of Dig. zu schreiben:

»Anstatt hier vorliegende, unverkennbare Zusammenhänge zuzugeben, wie es auf jedem anderen Gebiet der Biologie der Fall sein würde, sind alle Mittel der öffentlichen Presse und Fachliteratur aufgeboten worden, um überzeugende Tatsachen zu verneinen, zu verbergen, zu unterdrücken und zu verdrehen. — In der Literatur scheint ein neuer Begriff der Giftigkeit fest Fuß zu fassen. Unbeschadet, wie giftig ein Stoff für alle Arten des tierischen Lebens sein mag, solange er menschliche Wesen nicht auf der Stelle tötet, erachtet man ihn für unschädlich. Wenn trotzdem ein Mensch durch dieses Mittel unmißverständlich und tödlich vergiftet wird, so liegt die ursächliche Schuld

beim Opfer, das ›allergisch‹ war oder die Mittel nicht richtig angewendet hatte.«

Wie ernst die Situation auch für Europa ist, geht aus einer Mitteilung des Direktors des Niederländischen Instituts für Naturschutz hervor. Danach wurden allein in den Niederlanden im Frühjahr 1960 27 000 vergiftete Vögel in 55 Arten gefunden und danach mindestens 200 000 Vögel großenteils durch Vergiftungsaktionen der Landwirte mit Parathion getötet.

Über unsere Felder, unsere Weinstöcke, über die Wälder brummen im Tiefflug die Giftwolken sprühenden Flugzeuge und vernichten die Schädlinge. Aber das geschieht nicht ungestraft, denn zugleich mit diesen gehen viele kleine Freunde des Menschen zugrunde, oft sogar mehr als von dem inzwischen schon widerstandsfähig gewordenen Feind! So geschehen zum Beispiel bei der Roten Spinne, einem gefährlichen Störenfried des Obstbaues. *Tischler* erwähnt im Handbuch der Biologie, daß in Kanada plötzlich in bestimmten Obstanlagen die Kommaschildlaus verheerend aufgetreten sei, hervorgerufen durch Bekämpfung des Obstschorfes mit Netzschwefelpräparaten, durch die ausgerechnet die wichtigsten Gegner der Schildlaus getroffen wurden, so daß nun deren ungehemmter Vermehrung niemand mehr im Wege stand.

Ebenso wurden durch die großzügige Maikäferbekämpfung gleichzeitig viele nützliche Insektenarten betroffen. Bei vielen Greifvogelarten, so beim Fischadler in den USA, dem Wanderfalken in Großbritannien wurden durch das eingewanderte Pestizid Verminderungen der Fruchtbarkeit festgestellt. Weit in die Weltmeere ist das DDT vorgedrungen. Man war überrascht, schon in Thunfischen, Haien und anderen Fischarten, sowie Wasserpflanzen bis in die Arktis hinein die Rückstände zu finden.

Jahrelang hatte man sich in Amerika bemüht, ein unerklärliches Rindersterben — daher X-Krankheit genannt — zu bekämpfen. Schließlich kam man darauf, daß die Ursache in einem Insektenbekämpfungsmittel lag (Pentachlornaphthalin), mit dem die Stallwände imprägniert wurden. Die ständige Ausdünstung genügte, um die Tiere allmählich zu Grunde zu richten.

Holzschutz beim Häuserbau, Abwehr des Balkenfraßes — schön und gut, aber soll man ihn um den Preis der Vernichtung der Einwohner erreichen? Ein großer Teil dieser Mittel gibt Fluorwasserstoff ab, enthält Chrom- und Arsensalze, Naphthaline oder Phenole usw. Fast immer sind die mit Phantasienamen versehenen Fabrikate mehr oder weniger bekannte Gemische dieser verschiedenen Substanzen. Das Unglaubliche dabei ist, daß diese Mittel zwar von der technischen Zentral-

stelle der deutschen Forstwirtschaft auf ihre Insektenwirksamkeit geprüft werden, daß aber die Hersteller nicht einmal den Gesundheitsbehörden gegenüber verpflichtet sind, die Zusammensetzung anzugeben! Damit steht auch der Arzt bei solchen Vergiftungsfällen hiflos vor dem Kranken, weil er gar nicht festzustellen vermag, welche Art von Giftwirkung wohl vorliegen könnte. Ein klares Beispiel für die Rücksichtslosigkeit und Unbedenklichkeit der Menschen, wenn es ums Geldverdienen geht, und auf der anderen Seite für die Trägheit und Feigheit weiter Kreise, die um diese Dinge wissen und nichts dagegen unternehmen . . .

Die Weltgesundheitsorganisation hat wegen der allenthalben unzulänglichen Kenntnis, dem aber steigenden Verbrauch der Insektenvernichtungsmittel, in einem Aufruf verstärkte Forschungen auf diesem Gebiet gefordert.

Man beobachtet nämlich, genau wie bei der Bekämpfung von Infektionserregern im menschlichen Körper, daß die Stämme und Arten mehr oder weniger unempfindlich werden. So gab es zum Beispiel 1946 nur zwei Insektenarten, die gegen die eingesetzten Vernichtungsmittel widerstandsfähig waren, im Jahre 1956 waren es bereits 38 geworden, darunter Malaria übertragende Moskitos, Pest verbreitende Fliegen, Typhus verursachende Läuse. Dieser überraschend schnelle Verlust der Wirkung führt natürlich, wenn man sich nicht biologischer Methoden bedient, zur Anwendung höherer Dosen oder zur überstürzten Entwicklung neuer Mittel, die dann eben nur auf den Zuverlässigkeitsgrad der Insektentötung, nicht aber auf die Umgebungsgefährdung hin ausreichend geprüft werden.

Überall sah und sieht der Mensch zuerst mit Genugtuung den Tod des verhaßten Störenfriedes und bedenkt die Folgen nicht. Erst allmählich und im Kampf gegen viel Unverstand und Böswilligkeit setzt sich der Gedanke durch, daß das überall und auf allen Gebieten so freigiebig verwendete Gift auf dem Umwege über Pflanze, Tier wieder zum Menschen zurück kommt. Steinchen für Steinchen wird dort abgelagert, bis sein Maß erreicht ist. Niemand kennt diese Grenze, keiner weiß — wie der Kennedybericht erwähnt — welche Potenzierungen mit krankmachender Wirkung bei der zufälligen Einlagerung mehrerer Substanzen zustande kommen. Diese Frage begegnet uns später bei den radioaktiven Stoffen erneut.

Der Arzt steht diesen Erscheinungen ziemlich hilflos gegenüber. Wie soll er uncharakteristische Anfangsvergiftungen erkennen? Wieviele der unklaren Lebererkrankungen, der nicht faßbaren Kreislaufstörungen mögen hier ihren Beginn gehabt haben?

Manches von der ständigen, aber großenteils unbekannten Durchwanderung der Organismen mit fremden Stoffen vermögen wir zu erahnen, wenn klug angelegte Untersuchungen einen Einblick vermitteln. So haben der finnische Nobelpreisträger *Virtanen* und später *Winter* die Ansicht von Liebig widerlegt, daß die Pflanzen nur anorganische Verbindungen aus dem Boden aufnehmen. Diese neue Erkenntnis ist deshalb so wichtig, weil bei der jetzigen unvollkommenen Art der Abwässer- und Fäkalienbeseitigung zusätzlich durch die Nahrungspflanzen allerlei unerwünschte Chemikalien in unseren Körper gelangen können. Die instinktmäßige Abwehr der Hausfrau gegen viele Rieselfeldgemüse hat ihre wissenschaftliche Bestätigung erfahren; denn organische Faulstoffe, bestimmte Desinfektions-Schädlingsbekämpfungsmittel und sogar Reste von Arzneien können im Stoffwechselkreislauf durch die Pflanzen auf den Menschen übergehen und unerwünschte Nebenwirkungen entfalten. Sogar Antibiotica (Penicilline, Streptomycine) Codein, Chinidin, Coffein, Theophyllin, alles vermag in diesen Stoffwechsel einzudringen. Die Flächen, auf denen durch Standort und Düngung unverdorbene Pflanzen wachsen können, werden überall kleiner.

Dabei hat die allerdings viel mühsamer durchzuführende biologische Schädlingsbekämpfung schon erhebliche Erfolge zu verzeichnen. Man versteht darunter eine Methode, die aus der Naturbeobachtung heraus den Insekten durch ihre eigenen Feinde und Krankheitserreger zu Leibe rückt. Sie benutzt also den beständigen Kampf der Arten untereinander im Interesse des Menschen, wohl wissend, daß man damit zwar niemals 100prozentige Erfolge ereichen wird, daß aber die Schäden an Kulturpflanzen, in Baumschulen usw. in erträglichen Grenzen gehalten werden können, ohne daß die anderen Nachteile auftreten und letzten Endes noch mehr Unheil angerichtet wird. — Besonders bekannt geworden sind überraschende Ergebnisse bei der weitgehenden Ausrottung des sogenannten Japankäfers, der in den USA viele Obst- und Getreidekulturen bedrohte. Man benutzte dabei die durch Pilz-Sporen hervorgerufene »Milchkrankheit« dieser Insekten. Die gefährliche Apfelwicklerlarve wurde erfolgreich mit einem Fadenwurm bekämpft, ebenso ging man vor bei dem Bollwurm, der Raupe der Baumwolleule. Diese Beispiele ließen sich vervielfachen.

Durch die Möglichkeit, mit Hilfe von ionisierenden Strahlen in das Erbgefüge einzugreifen, ist eine erfolgversprechende und für den Menschen nicht gefährliche Bekämpfungsmethode geschaffen worden. Dem Biologen *Knipling* ist es auf der Insel Curaçao anscheinend gelungen, der Viehplage durch die sogenannte Fleischfliege ein Ende zu setzen. Im Großversuch gezüchtete Fliegen wurden durch Bestrahlung mit

8000 Röntgen unfruchtbar gemacht und dann in großen Mengen über dem Einsatzgebiet in Freiheit gesetzt. Diese unfruchtbaren Insekten paarten sich mit den anderen Artgenossen, aber die Nachkommenschaft blieb aus. Durch Wiederholung dieses Experiments innerhalb von 3—4 Generationen wurde praktisch die Ausrottung des Schädlings erreicht.

Inwieweit die aus biologischem Denken entwickelte Methode der Insektenvernichtung durch körpereigene Hormone eine Zukunft hat, kann noch nicht beurteilt werden. Entscheidend wird dabei sein, ob man die natürlichen Grenzen einhält, das heißt, beachtet, in welchem Maße Freund und Feind betroffen werden, und daran denkt, daß der augenfällige Feind vielfach innerhalb der natürlichen Harmonie Aufgaben zu erfüllen hat, bei deren Ausfall der Mensch indirekt Schaden erleiden könnte, wenn es ihm gelänge, die ganze Art völlig auszurotten.

Jedenfalls hat der Nobelpreisträger Professor *Butenandt* durch seine neuen grundlegenden biochemischen Arbeiten in der Insektenwelt erfolgversprechende Möglichkeiten gezeigt. Insbesondere sind es die von ihm isolierten und zukünftig künstlich herstellbaren arteigenen Sexuallockstoffe, mit denen man bestimmte Schädlinge in großen Mengen fangen könnte.

Was man in der Schädlingsbekämpfung allein mit der biologischen Düngung erzielen kann, haben viele Untersuchungen in den letzten Jahren bewiesen. *Ruppert* beschreibt sein Erstaunen bei dem Besuch eines Versuchsgutes, wo »auf einem vorschriftsmäßig kunstgedüngten Kartoffelbeet der Kartoffelkäfer sich tummelt, während ein unmittelbar daneben liegendes biologisch gedüngtes Versuchsbeet keinen einzigen Käfer aufwies«.

Man kann also offenbar auf verschiedene Weise eine Resistenz von Kulturpflanzen gegen Schädlinge erreichen. Wir wissen von dem erfolgreichen Auffinden und Züchten biologisch widerstandsfähiger Varietäten, aber auch der von Kennedy eingesetzte Fachausschuß fordert angesichts der bisherigen Vernachlässigung dieser Möglichkeiten eine aktivere Erforschung und Anwendung solcher Techniken im Interesse des Gesundheitsschutzes.

Vorerst hält sich der Mensch weiter vorwiegend an die Schädlingsvernichtung durch chemische Substanzen, weil das seinem technischen Denken nähersteht als mühevolle biologische Umwege. Daher auch seine Vorliebe für Zusätze bei den Lebensmitteln. Keineswegs treibt ihn dabei immer eine nicht wegzuleugnende Notwendigkeit einer längeren Aufbewahrung, oft sind es nur Veränderungen in der Farbe, um ein Gericht »ansehnlich« zu machen.

Es besteht prinzipiell kein Unterschied zwischen Vergiftung durch chemische Pflanzenschutzmittel und der durch unkontrollierte Lebensmittelzusätze. Ob ich dem Saatgut, der wachsenden Pflanze, der reifen Frucht, der eingemachten Marmelade oder gar jedem Stadium für sich ein anderes »Schutzmittel« zusetze, bleibt sich gleich. Immer tritt die Gefahr einer allmählichen chronischen Vergiftung auf, die sich über Jahre, ja Jahrzehnte hinziehen kann. Vor 50 Jahren schon hat *H. W. Wiley* in den USA gelegentlich der gesetzgeberischen Formulierung über Lebensmittelzusätze gesagt:

»Es kann keine Entschuldigung geben, so scheint es mir, um den Gebrauch einer schädlichen Substanz, wenn auch in sehr kleinen Mengen, zu rechtfertigen. Der Charakter eines solchen Vergehens besteht nicht so sehr in der Menge der Substanz, als in deren schädlicher Natur. — Ich kann mir nicht vorstellen, daß es irgendeinen Hersteller von Lebensmitteln mit so verhärtetem Gewissen gäbe, daß es ihm möglich wäre, einem Lebensmittel Dinge zuzusetzen, von denen er mit Sicherheit weiß, daß sie der Gesundheit des Konsumenten schaden werden. Vielleicht ist er sich auch im klaren darüber, daß die Stoffe, die er benutzt, zu den Reizstoffen oder den Giften gehören; wenn er trotzdem solche Dinge anwendet, so rechtfertigt er sich selber mit dem Argument, daß es ja nur ganz kleine Mengen sind, die er zusetzt. Er vergißt, daß hundert weitere Lebensmittelfabrikanten gleichzeitig mit ihm die verschiedenen Arten von schädlichen Substanzen benutzen und sich dabei in jedem Fall mit diesem gleichen Argument entschuldigen. Der Konsument indessen wird das Opfer all dieser Argumente, indem er nämlich mit seiner Nahrung nicht eine, sondern viele Substanzen zu sich nimmt, die anerkannterweise schädliche Wirkung besitzen, obwohl jede einzelne dieser Substanzen vielleicht nur in ganz kleiner Menge vorkommt. *Die Summe nämlich dieser kleinen Quantitäten wird zu einer Einheit, die betrachtet werden muß als eine schwere Drohung für die Gesundheit des Konsumenten.«*

Es ist erstaunlich, wie modern und wirklich vorausschauend diese Worte eines längst gestorbenen Mannes klingen, der noch gar keine Kenntnis haben konnte von all den winzigen, lebensnotwendigen Mengen der Spurenelemente. Viele mühsame Experimente an einzelnen Stoffen — und wieviele mußten geprüft werden! — haben in der Biologie erwiesen, daß für den Menschen eigentlich am ungefährlichsten die schnell wirksamen Gifte sind. Ihre Gefahr liegt offen vor aller Augen. Jene hinterhältigen schleichenden chronischen Giftwirkungen aber, die erst nach 10, 20, 30 Jahren Zufuhr kleinster Dosen auftreten, sind am schwersten faßbar und öffnen den trügerischen Versicherungen

gewissenloser Händler Tür und Tor. So kommt es zu gefährlichen und durch nichts zu verantwortenden Gutachten über die Unschädlichkeit eines »geprüften« Mittels. Weil man heute oder morgen keinen Schaden — mit dazu noch unzulänglichen Untersuchungsmethoden — festgestellt hat, wird die Ungefährlichkeit behauptet. Professor *Schweigart* greift solche pseudowissenschaftlichen Erklärungen mit Recht an:

»Mit einer Bagatellisierung, es handele sich nur um verschwindend kleine Mengen, wie es zuweilen versucht wird, ist es nicht getan. Die Biologie beginnt erst bei feinster Konzentration interessant zu werden. Denken wir an das Beispiel, daß ein Hundertmilliardstel einer Gesamtkonzentration einer Nährlösung des Spurenelementes Molybdän bereits genügt, um eine Tomatenpflanze am Leben zu erhalten, daß die tägliche Aufnahme von 1/10millionstel Gramm Vitamin D den Bedarf des Menschen bereits decken kann, daß der Mensch nicht mehr als ein paar 10millionstel Gramm Kobalt am Tage benötigt, vielleicht ebensoviel Fluor und vielleicht 1/10 von dieser Menge an Bor oder Titan.

Beispiel könnte an Beispiel gefügt werden, um die Spuren der Vitalstoffwirkung zu demonstrieren.«

Eine ganz neue Fragestellung kommt auf uns mit dem sich immer weiter durchsetzenden Tiefkühlverfahren zu. Es scheint auch für den Verbraucher sehr viele, bestechende Vorteile zu haben. Schon hat sich jedoch gezeigt, daß keineswegs alle Nahrungsmittel zum Einfrieren geeignet sind, andere, z. B. Kartoffeln, nur in speziell gezüchteten Sorten. Bei der großangelegten Werbung werden immer nur die Vorteile der Erhaltung von Vitamin B und C hervorgehoben. Es muß aber betont werden, daß die Untersuchungen über das Verhalten der Nahrungseiweiße bisher ganz unzureichend sind. So können durch bestimmte, gerade beim Einfrieren besonders wirksame Enzyme erheblich verändert werden. Hier entstehen für Dauerverbraucher in der Massenverpflegung und bei Diätverabreichung auch hinsichtlich der Fette möglicherweise Gefahren, die man nicht im Interesse einer schnellen Einführung dieser neuen Kostform übersehen sollte.

Das Einfrieren wird bei der Herstellung mancher Obstsäfte ebenfalls bevorzugt angewendet. Das mag hingehen, wenn, wie es manche Erzeuger erfreulicherweise tun, auf Art und Weise des späteren Wasserzusatzes für den Endverkauf hingewiesen wird. Außerdem können solche Erzeugnisse nicht als »naturbelassen« angesehen werden. Wir wissen, daß in der Getränkeindustrie bezüglich der Bezeichnung viel im argen liegt. Ein wirklich naturbelassener Obstsaft ist der noch gärungsfähige Süßmost. Er allein ergibt zusätzlich im biologischen Kri-

stallisationstest (Thesigraphie, v. Hahn) gegenüber Gefrier- und anderen Produkten die natürlichen Strukturen.

In mehreren Vorträgen und Veröffentlichungen hat Professor *Marquardt,* Freiburg i. B., verständlich zu machen versucht, daß chemische Produkte bereits in ganz geringen Mengen lebensgefährliche Schäden auslösen können. Für viele von diesen Stoffen gibt es praktisch überhaupt keine unbedenkliche Dosis. So können zum Beispiel bei unsachgemäßem Räuchern des Fleisches und der Wurst — wenn Briketts statt Buchenholz verwandt werden — teerartige Produkte, die bekanntlich krebserzeugend wirken, die Nahrungsmittel vergiften. Eine viel zu wenig bekannte Gefahr sind auch die zum Löten von Konservendosen verwendeten Bleiverbindungen.

Wie schwer es ist, auch nur einen einzigen eingeführten Stoff wieder aus dem Handel zu drängen, kann man an der Geschichte des krebserzeugenden »Buttergelbs« verfolgen. Schon 1937 hatte der Japaner *Kinosita* nach länger dauernden Fütterungsversuchen bei Ratten mit diesem allgemein verwandten Färbungsmittel Leberkrebs erzielt, ein Ergebnis, daß kurz darauf von Professor *Druckrey* in Deutschland bestätigt wurde. Als das Verbot der Beimischung durchgesetzt werden sollte, wurde von der Industrie der Einwand entgegengehalten, daß Giftwirkungen stets von der Dosis abhängig und daß die bei der Färbung von Lebensmitteln gebrauchten Mengen viel zu klein seien, als daß eine Gefahr für die menschliche Gesundheit entstehen könnte. Dieser Einwand war nach der pharmakologischen Erkenntnis jener Zeit zweifellos berechtigt.

H. *Druckrey* hat von 1938 bis 1941 quantitative Fütterungsversuche mit »Buttergelb« an Ratten durchgeführt. Sie führten zu dem überraschenden Ergebnis, daß die krebserzeugende Wirkung im Gegensatz zu allen bisher bekannten Giftwirkungen über die ganze Lebensdauer nicht mehr umkehrbar fortbesteht, so daß sich die Effekte aller Einzeldosen summieren. Die Wirkung hängt deshalb hier nicht von der Dosis ab, sondern von der Summe aller Dosen, die im Laufe des Lebens eingewirkt haben (»Summationswirkung«). Dabei erwies sich die fortgesetzte Gabe kleiner Dosen sogar als wesentlich wirksamer als die Behandlung mit wenigen großen Dosen. Aus den Ergebnissen folgt aber vor allem, daß es extrem chronische Giftwirkungen gibt, die demgemäß nicht als Vergiftungen imponieren, sondern als »Spätwirkungen« unter dem Bild von Krankheiten auftreten.

Das Besondere bei solchen Giften mit nicht umkehrbarer »Summationswirkung« liegt darin, daß auch kleine Einzeldosen sogar sehr gefährlich sind, wenn sie *dauernd,* womöglich von Jugend auf und über

ein langes Leben auf den Menschen einwirken. Das ist aber gerade bei Lebensmittelzusätzen möglich.

Demgegenüber hat zum Beispiel *Hecht* angezweifelt, ob überhaupt je ein Mensch durch Buttergelb zu Schaden gekommen sei, und er meint, daß aus Tierexperimenten kein strenger Beweis für das Fehlen oder Vorhandensein einer krebserzeugenden Wirksamkeit abzuleiten sei. Dazu muß man allerdings sagen, daß die Industrie bei Neueinführungen bestimmter Mittel gerade immer darauf hinweist, daß sie am Tier vorerprobt seien und daß man sie unbedenklich anwenden könne. Es mutet seltsam an, daß jetzt gerade ein Argument zur Entkräftung angeführt wird, dessen man sich dann gerne bedient, wenn es die eigenen wirtschaftlichen Interessen unterstützt.

Grundsätzlich ist der Ansicht des Physiologen Professor *Eichholtz* beizupflichten, daß es mit den heutigen Methoden tierexperimenteller Forschung nicht gelungen ist, die Giftwirkungen von bestimmten Stoffen vorauszusagen. Wir haben ständig beim Menschen Überraschungen erlebt. Da aber Einzelbeobachtungen mit Krankheitserscheinungen oft nicht anerkannt wurden, mußte die kritische Forschung wieder auf das Tierexperiment bei dem verdächtigen Stoff zurückgreifen, um in Reihenversuchen nachzuweisen, daß er gewisse krankmachende Wirkungen entfalten kann. Dann tritt jedoch die Gegenseite auf mit solchen Einwänden, die man besser vor Einführung der Substanz bei den eigenen Experimenten gemacht hätte . . .

Vor einiger Zeit gab es Bestrebungen in Deutschland, das vom ernährungsphysiologischen Standpunkt minderwertige Weißbrot, bei dem diese Vitamine vorher durch den besonderen Bearbeitungsprozeß des Weißmehls entfernt worden waren, mit Vitaminen künstlich anzureichern. Man wollte dabei den Anschein erwecken, ein besonders hochwertiges Nahrungsmittel zu liefern, um durch solche Täuschung unter Umständen natürlich den Verbrauch in eine wirtschaftlich gewünschte Richtung zu lenken. In Amerika ist es schon dahin gekommen; denn ein verantwortlicher Manager einer großen New Yorker Bäckereiorganisation erklärte:

»Das Brot hat eine zu schlechte Qualität — es sind zu viele Faktoren gegen Brot, aber es ist — von der Wirtschaft gesehen — praktisch unmöglich, das Rad dieser tragischen Entwicklung des amerikanischen Brotes zurückzudrehen. Sehr große Mittel würden notwendig sein, um das amerikanische Brot zu dem Brot zurückzuführen, wie es früher war, und die Mühlen und die Bäcker zu veranlassen, ein entsprechendes Mehl und Brot auf den Markt zu bringen und auch zu verkaufen. Die amerikanischen Verbraucher beurteilen gegenwärtig die Qualität des

Brotes nach dem Gehalt an Fremdstoffen und nach dem anscheinenden Frischzustand des Brotes.«

Im deutschen Bäckereifachblatt wird erfreulicherweise diese Richtung abgelehnt:

»Die deutsche Ernährungswirtschaft sollte darauf achten, daß die Qualität der Brotsorten im Zuge der Industrialisierung nicht in eine ähnliche Entwicklung gerät wie in den Vereinigten Staaten.

Eine künstliche Vitaminisierung und eine ›Anreicherung‹ des Brotes mit brotgetreidefremden Stoffen, die andere Ernährungszweige gern im Mehl unterbringen möchten, würden den Verbrauch auch in Deutschland negativ beeinflussen.«

In diesem Zusammenhang darf man nicht die Einzelaktion eines jungen Schwarzwälder Zahnarztes, Dr. *Schnitzer*, übergehen, der sich mit großem Temperament und Umsichtigkeit um Maßnahmen gegen den Gebißverfall bemüht. Trotz vieler Widerstände auch aus den eigenen Reihen, hat er ein ganzes Dorf für seinen Modellversuch begeistern können. Dort wird jetzt ein schmackhaftes, hochwertiges Vollkornbrot gebacken, statt Leckereien gibt es Nüsse in den Geschäften, die üblichen Gerichte werden umgestellt, kurz, eine ganze Gemeinschaft will im Ernährungsversuch zeigen, wie sehr Gesamternährung und Gebißverfall zusammenhängen. Dabei beginnt die Vorbeugung bereits bei der jungen Frau und werdenden Mutter. Auf Dr. Schnitzers Einfluß ist auch der 29. Beschluß des 9. Intern. Konvents für Vitalstoffe, Ernährung und Zivilisationskrankheiten zurückzuführen, der ausführliche Vorschläge zur Verhütung der Karies zum Inhalt hat.

Der Verbraucher steht bei der heutigen Situation auf der Suche nach von Fremdstoffen freien Lebensmitteln ziemlich hilflos dem Warenangebot gegenüber. Selbst Händler, die ihren Kunden klare Auskünfte geben wollen, sind dazu meist nicht imstande, weil auch sie nur selten wissen, welche Vorbehandlung der Lebensmittel stattgefunden hat.

Natürlich ist auch die Hausfrau — sie erst recht nicht! — dann nicht in der Lage festzustellen, ob die gekaufte Ware verfälscht ist. Im Falle des Nitritfärbeskandals allerdings war es eine aufmerksame Familienmutter, die den Stein ins Rollen brachte. Im allgemeinen ist es jedoch die Pflicht der Gesundheitsbehörden und des Staates, den Schutz des Verbrauchers zu gewährleisten. Es heißt, die Dinge auf den Kopf stellen, wenn Stimmen laut werden, die allen Ernstes behaupten, daß die hohen Anforderungen der Verbraucher die chemischen Zusätze notwendig machten! Der Käufer sucht selbstverständlich eine Ware, von der er nach dem frischen Aussehen *glaubt*, daß sie besonders gut sei — und er wird das Opfer einer Täuschung!

Es ist daher zu bedauern, daß trotz der offensichtlichen Gefahren der jetzigen Situation für die Volksgesundheit die Wirtschaft die Kennzeichnung der Zusatzstoffe als »fortschrittshemmend« bezeichnet und sich gegen eine Verschärfung der bestehenden Bestimmungen ausspricht. Demgegenüber fragt die Hausfrau mit Recht, warum sie nicht wissen darf, was sie mit nach Hause nimmt, um es ihrer Familie vorzusetzen!

Von wem erfährt die Hausfrau, ob die von ihr verlangten Orangen in Israel, Spanien oder Marokko mit Arsenlappen abgewischt worden sind, um ihre Haltbarkeit zu verlängern und den Früchten ein frisches, farbiges Aussehen zu verleihen? Sie würde gerne solche Länder, wie zum Beispiel Südafrika, bevorzugen, die sich laufend um die ungefährlichen Konservierungsmethoden bemühen.

Dagegen ist erschreckend, was bei der Beratung des Lebensmittelgesetzes über umfangreiche Nahrungsmittelfälschungen aus Italien bekannt wurde:

»Bisher hat man sich immer darüber gewundert, warum die Hälfte der italienischen Stadtbevölkerung leberkrank ist. Jetzt ist den Ärzten die Ursache klar geworden: in einem kaum vorstellbaren Maße sind die Lebensmittel in Italien verfälscht. Das beginnt bei dem Wein, den der Italiener zu jeder Mahlzeit trinkt. Man hat inzwischen entdeckt, daß hunderttausende Hektoliter Wein jedes Jahr nicht von der Traube stammen, sondern aus Wasser, Zucker, Weinsteinsäure, Farbstoffen und Schwefelsäure hergestellt werden. Das größte Übel hat sich aber beim Olivenöl, dem wichtigsten Exportartikel Italiens, gezeigt. Heute weiß man, daß von hundert Liter angeblichen feinsten Olivenöls, die in Italien verkauft werden, nur etwa fünfzehn Liter aus den Olivenhainen stammen, die anderen sind bestenfalls mit Sonnenblumenöl und anderen pflanzlichen Fetten gemischt, meist aber aus toten Eseln, aus Rückständen der Konservenfabrikation, aus den Abfällen der Schlachthöfe und aus jenen Fetten hergestellt, die aus Südamerika importiert werden und für die Seifenfabrikation bestimmt sind. Nach der Statistik zählt Italien zu den Ländern mit dem höchsten Seifenverbrauch. Jetzt erst weiß man, was mit der Seife in Wirklichkeit geschieht!«

Die sich häufenden Skandale in der Lebensmittelindustrie, in Molkereien und Winzereien haben das Vertrauen vergiftet, und es ist ein sehr unbehagliches Gefühl, daß unsere Gesundheit bei den Überlegungen vieler Interessenverbände keine wichtige Rolle mehr spielt. Es kommt vielmehr darauf an, das jeweilige Produkt so zu färben oder zu schönen, daß es dem allgemeinen Geschmack entspricht und ein möglichst großer Absatz gewährleistet ist. Dabei entstehen dann

direkt tragikomische Situationen, die alles »Natürliche« völlig auf den Kopf stellen, wie es zum Beispiel *Sieburg* vom Wein berichtet:

»Wie schwer unseren Gesetzgebern solche Selbstverständlichkeiten fallen, haben wir am Wein gesehen, dessen Zuckergehalt durch menschlichen Eingriff zu vermehren nunmehr gesetzlich erlaubt ist. Wer einen von solcher Behandlung verschonten Wein anbieten will, der mag auf dem Etikett anzeigen, daß die Gärung ihren natürlichen Verlauf genommen hat! Wahrlich, die Winzer — oder nennen wir sie lieber die Hersteller von Weinen — müssen politisch glänzend vertreten sein, da sie die Natur zwingen, sich als natürlich zu plakatieren. Das Normale muß sich ausdrücklich als normal bezeichnen, wenn es nicht verwechselt werden will — die Abweichung wird durch das Gesetz davon entbunden, sich als abweichend zu deklarieren. Sollte die Absicht bestehen, für die Lebensmittel den gleichen Weg einzuschlagen — anstatt die chemische und sonstige Bearbeitung durch den Zwang zur Bekanntmachung zu zügeln —, so sind der zunehmenden Neigung des Publikums, das Kind mit dem Bade auszuschütten und überhaupt jedes Genußmittel für ›künstlich‹ zu halten, keine Schranken mehr gesetzt.« Man muß sich eigentlich wundern, wie wenig die Verbraucher sich rühren; denn selbst in den USA, in denen eine wesentlich strengere Kontrolle besteht, werden durchschnittlich jährlich 1000 Fälle von Verfälschungen zur gerichtlichen Verurteilung gebracht. *(Rosenstiel)*

Es bleibt bei der Feststellung von *Diemair,* daß Lebensmittel »ein sinnvoll geordnetes System von Stoffen der organisierten Natur darstellen«, und *Alexander* hat daraus den Schluß gezogen, daß »ein Lebensmittel um so gefährlicher ist, je weiter es sich aus dem Naturzustand entfernt«. Professor *Heupke* — einer der erfolgreichsten Ernährungswissenschaftler — sagt dazu:

»In Wirklichkeit verzehrt der Mensch nicht Eiweiß, Kohlehydrate, Fett, Mineralsalze, Spurenstoffe, Vitamine und andere Substanzen, sondern er lebt von Organen, von organischen Gebilden, welche die Natur geschaffen hat. Dieses fremde Leben in seiner Gesamtheit nehmen wir in unseren Körper auf; es unterhält und fördert das Leben im menschlichen Organismus, es ist einleuchtend, daß dies um so besser geschieht, je weniger das Nahrungsmittel durch den Menschen verändert wird.«

Schließlich sei nochmals *Eichholtz* das Wort gegeben, der an sich selbst schon die bittere Erfahrung zu spüren bekommen hat, daß »der Entdecker eines Infektionserregers damit rechnen könne, Anerkennung und Ehre zu finden, daß aber der Entdecker des eine Zivilisationskrankheit verursachenden Mittels zunächst einer Geschäftsschädigungsklage durch die Hersteller entgegensehen müsse«!

Eichholtz faßt seine Auffassung zusammen: »Wenn in späterer Zeit erleuchtete Regierungen die Mittel des Staates nicht mehr überwiegend *den* Zweigen der Forschung überweisen, die dem technischen Fortschritt und der damit zusammenhängenden Grundlagenforschung dienen, sondern auch zur Untersuchung der Gefahren, die nicht selten aus dem technischen Fortschritt erst entstehen; wenn solche Regierungen sich überzeugt haben, daß auf dem Gebiete der Ernährung vieles, was die Interessenten als Fortschritt und Veredelung bezeichnen, äußerst dubiös oder gar verwegen ist und daß diese besonderen Fragen im Interesse der biologischen Existenz unseres Volkes mit allem Nachdruck und mit höchster Dringlichkeitsstufe bearbeitet werden sollten;

wenn auch die ärztliche Wissenschaft ihre Verantwortung in dieser Frage endlich erkennen wird, sich dessen bewußt wird, daß hier ein Angriff auf die Volksgesundheit, aber auch auf die ärztliche Wissenschaft stattfindet;

wenn schließlich die akademische Jugend in späterer Zeit mit ihren besten Vertretern sich dieser großen humanitären Fragen annehmen kann, weil sie dann wissen wird, daß die höchsten Gremien des Staates und der Wissenschaft diese Dinge nicht mehr als abergläubisch, abwegig und nebensächlich empfinden, sondern als schwerwiegende Sorge, die jeden einzelnen von uns zu jeder Stunde des Tages angeht, dann erst, in einer aufgeklärten Zeit, wird man des Übels Herr werden. Welches Unheil aber bis dahin angerichtet sein kann, weiß niemand.«

Wir in Deutschland haben unsere besonderen Erfahrungen mit einem Nahrungsmittelgesetz. Lange Zeit wurde es auf offensichtliches Betreiben der Interessenverbände immer wieder verschleppt und eine Fülle von Abänderungsanträgen eingebracht. Das geschah, obwohl öffentliche Meinung und fast alle Kreise der ernsten Wissenschaft eine Kennzeichnungspflicht für Fremdstoffe forderten. Der Sinn der Neuordnung lag darin, daß früher alle Zusätze erlaubt waren, deren Schädlichkeit nicht ausdrücklich erwiesen oder in einer Verbotsliste aufgeführt waren.

Das inzwischen verabschiedete Gesetz sieht vor, daß nur solche Substanzen verwendet werden dürfen, die geprüft worden sind und die als »unbedenklich« bezeichnet werden. Das bedeutet unverkennbar einen Fortschritt gegenüber der früheren Handhabung, trotzdem bringt er noch längst nicht eine endgültige Lösung. Einmal verwendet man nämlich wiederum den Tierversuch zur Klärung, was viele Fehlerquellen hat, und dann beschränkte man sich auf eine Prüfzeit von zwei Jahren. Es ist ein Pflästerchen für die beunruhigte Volksseele, mehr nicht! Solange man die Grundlagenforschung der menschlichen Ernährung so stiefmütterlich behandelt, werden die Wissenschaftler immer

nur ganz vorsichtig zurückhaltende Angaben über Schädigungsmöglichkeiten machen. Ein Beispiel dafür ist das öffentliche Gespräch, das Professor *Souci* — der Leiter der »Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie« — mit »Spiegel«-Vertretern über Sinn und Auswirkung des neuen Gesetzes führte. Nachdem er schließlich zugeben mußte, daß man das Gesetz erst in 20 Jahren »wenn alle notwendigen Unterlagen vorliegen« — welch Optimismus — richtig machen könne, faßten diese das Gesprächsergebnis folgendermaßen zusammen:

»Wir müssen sagen, Herr Professor, je länger man Ihnen zuhört, desto stärker hat man das Gefühl: Nichts Genaues weiß man nicht! Erstens kennt man nicht alle Stoffe in den Lebensmitteln, zweitens weiß man nicht, was im Körper mit den ganzen Stoffen passiert, drittens sind die analytischen Methoden noch nicht erarbeitet. Da stehen die Gesetzgeber und die Wissenschaftler, die für den Gesetzgeber die Unterlagen ausarbeiten, offensichtlich vor einer wirklich sehr heiklen Situation.« Dabei haben sie vergessen zu erwähnen — was allerdings während der Unterhaltung berührt worden war —, daß man vorläufig genau wie bei der Abwässerkontrolle zu wenig Fachpersonal und zu wenig Geld für Institute zur Überwachung hat.

Darüber hinaus war das Nahrungsmittelgesetz eigentlich schon bei seinem Erscheinen veraltet. Woran man sich ja bei allen Bestimmungen gehalten hat, ist die Prüfung der geernteten Frucht auf künstliche Zusätze. Nach allem, was ich bereits an Mängeln des Düngeverfahrens und der Schädlingsbekämpfung beschrieben habe, besteht wohl kein Zweifel, daß durch diese Mittel bereits vor dem Zeitpunkt, zu dem das Gesetz sich um das Nahrungsmittel kümmert, erhebliche Einbußen an Natürlichkeit zustande gekommen sind. Auch die zunehmende weitgehend unbekannte Menge und Beimischung radioaktiver Substanzen blieb unberücksichtigt. Darin liegt aber wahrscheinlich sogar die vordringlichste Aufgabe der Zukunft, es sei denn, man stellte sich auf den bornierten und unwissenschaftlichen Standpunkt, wie die Dienststelle, die auf Anfrage folgende Auskunft gab:

»Eine laufende Überprüfung der Lebensmittel ist geplant. Eine zwingende Notwendigkeit ist jedoch ebenfalls, wie alle bisherigen Untersuchungen gezeigt haben, nicht gegeben. Stichprobenuntersuchungen können jederzeit ausgeführt werden.« (15. Februar 1958)

Selten ist eine so einsichtige Haltung, wie sie der amerikanische Abgeordnete *Delaney* gezeigt hat, als er zur Begründung des Verbots carcinogener Stoffe in Lebensmitteln die folgende Meinung vertrat:

»Auf diesem Gebiete bin ich Laie und erhebe keinen Anspruch, irgendwie besondere Kenntnisse der Medizin zu besitzen. Wenn in-

dessen die Volksgesundheit im Spiel ist und wenn die Sachverständigen verschiedener Ansicht sind, dann bin ich als Gesetzgeber dazu verpflichtet, diejenigen Sachverständigen zu unterstützen, deren Ansicht den stärksten Schutz der Volksgesundheit bedeutet. Die Rolle, die den chemischen Lebensmittelzusätzen im Bilde des Krebses zukommt, mag noch nicht vollständig zu begreifen sein, aber genug ist bekannt, damit wir wachsam werden.«

Verschiedene Fachleute (u. a. *Annecke, Eichholtz, Goldstein, Lindner, Schuphan)* haben unmißverständlich ausgesprochen, daß die heutige Lebensmittelüberwachung illusorisch ist. Einer von ihnen packt die praktische Seite an:

»Die chemischen Lebensmitteluntersuchungsämter sind bis auf Ausnahmen in personeller, räumlicher und apparativer Hinsicht ungenügend ausgestattet, weil ihnen zu geringe finanzielle Mittel zur Verfügung stehen; die Aufwendungen für die genannten Institute betragen im Jahr für eine vierköpfige Familie etwa 35 Pfennig. Man muß das geradezu beschämend nennen.

Ferner ist die Organisation der Lebensmittelaufsicht und deren praktische Ausübung zum Teil veraltet. Fast alle Untersuchungsämter haben mit enormen verwaltungsmäßigen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Um zu einer wirksameren Lebensmittelkontrolle zu gelangen, dürfen künftige Durchführungsbestimmungen nicht nur am grünen Tisch der Ministerien ausgearbeitet werden, sondern es sind auch erfahrene und langjährige Praktiker dieses Gebietes heranzuziehen.«

In der Bundesrepublik werden zur Zeit auf rund 2000 Menschen im Jahr etwa 10 Proben von Lebensmitteln und eine einzige von Bedarfsgegenständen (Geräten, Töpfe, Spielzeuge usw.) abgenommen. Selbst diese an sich zu geringe Entnahme kann von den nur 300 beamteten Lebensmittelchemikern und ungefähr 500 technischen Hilfskräften nicht bewältigt werden. Wer weiß, daß in zahlreichen Landkreisen die Lebensmittelüberwachungen nur durch einen amtlichen Probeentnehmer durchgeführt wird? Es bedarf wohl keiner Erörterung, wie unvollkommen Bestimmungen wirksam werden, wenn ihre Einhaltung nicht im Interesse der Allgemeinheit erzwungen wird!

Solange aber die Grundlagenforschung nicht weiter vorangetrieben worden ist, wird allerdings eine Vermehrung der Fachkräfte in den Instituten keine entscheidende Wendung bringen können. Zu wenig wird den Überlegungen nachgegangen, mit welchen chemischen Substanzen im Lebensmittel oder im menschlichen Organismus der jeweils eingeführte Fremdstoff neue Verbindungen eingeht. In der lebenden Zelle sind etwa 40—50 000 chemisch reaktionsfähige Materialien vor-

handen, von denen bestenfalls ein ganz kleiner Prozentsatz in ihren Umsetzungen studiert worden ist. Man vergleiche damit allein die 1962 von der Biologischen Bundesanstalt veröffentlichten über 1200 zugelassenen Pflanzenschutzmittel. Man wird dann verstehen, daß schon von dieser einen Seite her Rückstandsanalysen, die einen wirksamen Schutz des Verbrauchers bedeuten würden, gar nicht erreichbar sind.

In anderen Ländern hat man ähnliche, aber auch meist nicht kleinere Sorgen, und es ist daher nicht verwunderlich, daß eine internationale Übereinkunft fast unmöglich wird, solange im nationalen Bereich keine Einheitlichkeit ereichbar ist. Man stößt hier genauso wie bei internationalen Fragen des Wasserrechts auf die ungenügende Grundlagenforschung und die darauf basierende Unsicherheit, was man erlauben soll und was nicht. Es ist an einzelnen Stellen sehr viel guter Wille da, bei dem regen Lebensmittelaustausch vieler Länder nun zu gemeinsamen Richtlinien zu kommen, aber wie soll man sie fassen, wenn nur über einen sehr kleinen Teil der Wirkung zugefügter Fremdstoffe längere Erfahrung und genügende Forschungsarbeit vorliegen? Jede Arbeit in dieser Richtung geht unendlich viel langsamer als eine wirtschaftliche Vereinbarung, und es genügt ja leider nicht, gute Grundsätze zu propagieren, man braucht zur Durchführung gesetzliche Maßnahmen und ausreichende Kontrollorgane. Wenn man also auf einer Sachverständigenkonferenz in Paris die Farbstoffe scharf unter die Lupe genommen hat, so ist das eine an sich erfreuliche Tatsache. Von den Entschließungen solcher Gremien bis zum praktischen Erfolg ist es allerdings ein unendlich weiter Weg. Hat man *eine* Station erreicht, so sind inzwischen meist so viele neue Probleme aufgetaucht, daß man es dann nur noch zu den allzu bekannten, zu nichts verpflichtenden Empfehlungen an den Gesetzgeber bringt . . . Für Europa muß der erste Schritt eine Einigung über die gestzgeberische Handhabung der Farbstoff- und anderer Lebensmittelzusätze sein, wozu natürlich viele wissenschaftliche Vorarbeiten notwendig sind. Als nächster Schritt muß eine gegenseitige Abstimmung über Konservierungsmittel stattfinden, denn gerade auf diesem Gebiet herrscht ein ziemlich heilloser Wirrwarr. Man kann unschwer voraussagen, daß selbst bei gutem Willen aller Beteiligten solche Ordnungsbestrebungen noch Jahrzehnte in Anspruch nehmen werden.

Wer aufmerksam die Presse verfolgt hat, mußte mit Schrecken bemerken, daß auch auf dem Gebiet der *Heilmittelherstellung* ein ganz ähnliches Durcheinander und eine tiefe Unsicherheit herrscht. Das erscheint um so unverständlicher, als hier noch offensichtlicher eine ursprünglich gute Absicht — nämlich die Förderung der Heilung von

einer Krankheit — völlig ins Gegenteil verkehrt wurde. Aufgerüttelt wurde die deutsche Öffentlichkeit vorübergehend durch den in Paris abgelaufenen »Stalinon«-Prozeß. Er wurde gegen den »Erfinder« eines zinnhaltigen Furunkulosepräparates geführt, durch dessen Anwendung mehr als hundert Menschen umgebracht wurden und über 300 weitere Personen schwere Gesundheitsschäden davontrugen. Es ist eigentlich nur reiner Zufall, wenn in der Bundesrepublik noch nicht ähnliche Vorkommnisse vor Gericht verhandelt werden mußten. Auch in Deutschland gibt es sogenannte »Waschküchenbetriebe«, in denen mit unverantwortlicher Leichtfertigkeit und Gewissenlosigkeit »Wundermittel« gegen die verschiedensten Krankheiten einschließlich Krebs zusammengebraut werden. Es gibt eben kein Gesetz, das die Prüfung solcher unkontrollierbaren Gemische vor der Anwendung am Menschen verlangt, und daher ist der Laie einer gewissenlosen Reklame ausgeliefert. Er ist der eigentlich verständlichen Meinung, daß solche »Heilmittel« erprobt seien, und verläßt sich auf die Aufsicht durch die Staatsorgane, die in Wirklichkeit überhaupt nicht oder in viel zu geringem Maße vorhanden ist. Wegen dieser Unzulänglichkeiten hat der Vorstand des Bundesverbandes der Pharmazeutischen Industrie am 29. Oktober 1957 folgende Entschließung gefaßt:

»Die pharmazeutische Industrie ist sich mit der Ärzteschaft und den Apothekern seit Jahren darüber einig, daß die Herstellung von Arzneimitteln einer gesetzlichen Ordnung bedarf. Insbesondere muß sichergestellt werden, daß die Herstellung nur noch in Betrieben erfolgt, die unter fachmännischer Leitung stehen und einwandfrei eingerichtet sind. Das ist nur dann möglich, wenn vor der Aufnahme der Produktion eine Erlaubnis eingeholt werden muß.«

Welche Schwierigkeiten durch einen falsch verstandenen und gepflegten Föderalismus zustande kommen, läßt sich in den pharmazeutischen Fachzeitschriften nachlesen. Die Rezeptpflicht für bestimmte starkwirkende Medikamente wird in den einzelnen Bundesländern so unterschiedlich gehandhabt, daß die Arzneimittelhersteller selbst, weil sie die Unfähigkeit zu einer gemeinsamen gesetzlichen Regelung erkannten, auf ihren Präparaten die Rezeptpflichtigkeit vermerkten. Münchener und Norddeutsche, Württemberger und Hessen unterliegen anderen Bestimmungen, und es ist beschämend für einen angeblich modernen und hochindustrialisierten Staat, daß er es nicht fertigbringt, hier Ordnung zu schaffen. Gerade das Gegenteil ist zu beobachten; denn nach dem Außerkrafttreten der Abgabeverordnung für Barbitursäureverbindungen im November 1959 ist nicht etwa eine Vereinheitlichung durch Verständigung der Länderreferenten zustande gekommen, son-

dern *Behrens* beweist an vielen Einzelbeispielen, daß wir noch weiter als vorher von diesem Ziel entfernt sind.

Bei den Heilmitteln genügt es nicht, daß fachliche Befähigungen für ihre Herstellung vorliegen, sondern der Hersteller muß sich seiner Verpflichtung der Volksgesundheit gegenüber auch bewußt bleiben. Sicher hat in der Vergangenheit vielfach eine laxe Handhabung solcher Forderungen bedauerliche Erscheinungen wie die allbekannte Contergankatastrophe ausgelöst. Andererseits wäre es falsch, einzig und allein den Herstellern die ganze Schuld aufzubürden. Der Mißbrauch des Arzneimittels, ja geradezu die Sucht zur Tablette ist ein unerfreuliches Zeichen unserer Zeit. Man braucht nur die Diskussion um die Antibabypillen zu verfolgen, um zu verstehen, wieviele Menschen bereit sind, wegen eines vermeintlichen körperlichen oder bevölkerungspolitischen Vorteils willen eingespielte Funktionen ihres Organismus abändern zu lassen. Obwohl die Folgen für die eigene spätere Zukunft objektiv betrachtet noch gar nicht abzusehen sind, übernimmt man die wissenschaftliche Äußerung, die für den eigenen Zweck am geeignetsten erscheint.

Den vorläufig letzten Schritt in dieser allgemein zu beobachtenden Einstellung hat die englische Ärztezeitschrift »The Lancet« in einem Leitartikel getan, in dem ernsthaft untersucht wurde, ob es nicht richtiger sei, das Rauschgift Marihuana freizugeben. Man stellte sich dabei auf den Standpunkt, daß man sie ähnlich wie Tabak und Alkohol besteuern könne. Bei der Vielfalt unausgeschöpfter chemischer Synthesen ließen sich außer Marihuana möglicherweise weitere Genuß- und Rauschmittel finden, die mit schnell einsetzender und wieder vergehender Wirkung unserer Zeit besser angepaßt seien.

Dabei kann man heute schon kaum mehr eine einschlägige Zeitschrift lesen, ohne nicht in Artikeln oder durch Tagungen darüber orientiert zu werden, welchen Gefahren die Verkehrsteilnehmer durch die verschiedensten Arzneimittel ausgestezt sind.

Nicht nur, daß die Einnahme von Beruhigungs- und schmerzstillenden Tabletten die Fahrtüchtigkeit herabsetzen kann, sie steigert gegebenenfalls die Wirkung von genossenem Alkohol. Dadurch tritt schon bei einer erheblich geringeren Promillegrenze Fahruntüchtigkeit ein als nach den üblichen Messungen angenommen wird. Das geschieht bei gleichzeitig sich ständig erhöhenden Anforderungen im gigantischen Verkehr, der schon für sich genommen einen Alptraum für die Zukunft darstellt. Man braucht eigentlich keine Zahlenangaben mehr zu machen. Wer Augen im Kopf hat, kann sehen, wie der Straßenverkehr dabei ist, sich selbst zu erdrosseln. In Großbritannien hat jeder

fünfte Bewohner ein Auto, andere Länder holen auf oder überholen. Trotzdem rechnet man damit, daß sich die Zahl der Autos in weniger als 10 Jahren verdoppelt, bald schon verdreifacht. Vielleicht wird gerade das sich anbahnende Chaos auf diesem Gebiet sichtbares aber unrühmliches Paradebeispiel dafür sein, in welche Sackgassen sich der Mensch verrennt, obwohl er bei rechtzeitiger vernünftiger Überlegung und Beschränkung diesen Ausgang hätte vermeiden können.

Noch etwas anderes hat das von der Werbung hochgezüchtete »Kraftfahrzeugbewußtsein« mit sich gebracht. Dem »Delirium furiosum« fallen tagtäglich mehr Tote und Verwundete zum Opfer als früher Wegelagerern und Raubrittern. Man beobachtet ganz allgemein ein Abwandern oder Umschichten krimineller Vergehen vom Vorsatz zur fahrlässigen Tötung.

Das wird verständlich, wenn man von *Mikorey* erfährt, daß die Verkehrsdelikte schon 1956 einen Beitrag von 23 % zur Gesamtkriminalität lieferten. Das Kennzeichen der Verkehrsunfälle ist aber fahrlässige Tötung oder Körperverletzung. Man hat mit Recht gesagt, daß am Steuer zur Tötung eines Menschen keine größere Unachtsamkeit gehört als zum ungewollten Umstoßen einer Tasse beim morgendlichen Frühstück! So erleben wir in der Bundesrepublik etwa jede Minute einen Verkehrsunfall, alle $1^1/_2$ Minuten gibt es einen Verletzten, und alle 40 Minuten einen Toten.

Wer viel mit dem Wagen unterwegs ist, weiß, daß oft die Reaktionsfähigkeit des Fahrers zu wünschen übrig läßt. Das ist nicht sehr verwunderlich; denn die optische Aufnahme eines Ereignisses und die nachfolgende Reaktion des Menschen benötigen mindestens $^1/_{18}$ sec. Der Kampffisch ist uns da überlegen, er braucht nur $^1/_{40}$ sec. Die Schnecke dagegen nimmt erst Bewegungen wahr, die sich etwa 4 mal in der Sekunde wiederholen. Es ist daher nicht falsch, wenn man vom Menschen sagt, daß er auf die erhöhten Geschwindigkeiten nur mit der Optik einer Schnecke reagieren kann.

Werden in einer derartigen biologischen Situation des Kraftfahrers bei steigendem Verkehr seine Reaktionsfähigkeiten durch Medikamente und Alkohol weiter gestört, so wird es undenkbar sein, daß die Unfallquote zum Absinken gebracht werden kann. In den Industriegroßstädten wird die Zunahme an Personenwagen noch schneller als im Durchschnitt vor sich gehen. Daher hat die Deutsche Shell A.G. geschätzt, daß bis 1980 drei Millionen Bundesbürger aus Furcht vor dem Chaos auf den Kauf eines Autos verzichten werden.

Wir wollen uns jetzt aber den *Luftverunreinigungen* zuwenden, denen der moderne Mensch in seinem täglichen Leben ausgesetzt ist.

Darunter sind nicht nur Auswürfe (Emissionen) der Fabriken, Industrieanlagen und der Ölfeuerungen, sondern ebenso die Abgase der Autos wie die durch das Rauchen den Lungen zugeführten Schadstoffe zu verstehen. Außerdem muß man die sogenannten »heißen Teilchen« aus radioaktiven Isotopen dazurechnen, über die im einschlägigen Kapitel berichtet wird. Wiederum darf man keinen von den verschiedenen Angriffen auf die menschliche Gesundheit für sich betrachten, man muß sie vielmehr zu den bereits angeführten dazunehmen und ihre gegenseitige Potenzierung in der Kombination verstehen lernen. Erst die Massierung der Menschen an einzelnen bevorzugten Arbeits- und Wohnplätzen brachte die Steigerung an die Gefahrengrenze. Von den ersten Unglücken, die das Interesse auf das Gebiet der Luftgygiene lenkten berichtet *Gsell:*

»Aufmerksam auf diese Gefahr für den Menschen wurden weite Kreise erstmals 1930 durch die Nebelkatastrophe im Maastal südlich von Lüttich, wo am 3. und 4. Dezember 1930 Hunderte von Erkrankungen und 63 Todesfälle sich ereigneten. Bei Windstille hatte sich schwerer Nebel mit Abzugsgasen der hier dicht stehenden Fabriken so mit Schwefeldioxyd und Fluorwasserstoff vollgesogen, daß es für die Einwohner kein Entrinnen aus dieser kalten giftigen Luft gab. Aber erst ähnliche Ereignisse nach dem zweiten Weltkriege, 1948 in Donora, Pennsylvanien, 1947, 1948 und 1949 in Los Angeles, 1950 in Poza Rica, Mexiko, und 1952 in London, machten die Gefahr weltbekannt.

In der Bundesrepublik Deutschland ist die Öffentlichkeit zu Recht seit langem über die Luftverunreinigung durch Staub und Abgase beunruhigt. Von der gewerblichen Wirtschaft zugegeben und bestätigt, lagern sich auf dem Bundesgebiet jährlich rund 2 Millionen Tonnen Staub ab, wobei das Ruhrgebiet mit 1,4 Millionen Tonnen am stärksten betroffen ist. Dazu kommen aber noch weitere rund 5 Millionen Tonnen des sehr gefährlichen Schwefeldioxyds. Obwohl dieser Mißstand offensichtlich ist und Gegenstand der Hauptbesprechung auf vielen Tagungen und Diskussionen und obwohl sogar einige Studienkommissionen gebildet wurden, entsprechen die Ergebnisse nicht dem Ernst der Situation. *Lent* hat noch auf einer Studientagung in Bochum 1958 erklärt, daß hier eine Aufgabe für Generationen vorläge:

»Allerdings könne kein Zweifel darüber bestehen, daß schon in kürzester Zeit Fortschritte erzielt werden müßten, da heute schon bestimmte Belästigungsgrenzen angesichts der rasch vorwärtsschreitenden Industrialisierung bald bedrohliche Ausmaße annehmen könnte. Leider gäbe es heute noch keine Staubmeßmethode, die wirklich reproduzierbare oder vergleichbare Werte zeige. Die bisher bekannten Ent-

stauber hätten zudem mit der Entwicklung der Feuerungstechnik nicht Schritt gehalten. Je nach der Feuerungsart oder der Beschaffenheit der Asche entstünden feinste Sublimate, die den Wirkungsgrad der Filter in erschreckendem Maße herabsetzen könnten. Allergrößte Aufmerksamkeit müßte aber dem Schwefeldioxyd gewidmet werden, weil es am verbreitetsten auftrete, und zwar in einer Konzentration, die zumindest der Pflanzenwelt schade. In Verbindung mit Stäuben könne es sogar zu schweren Schädigungen bei Tier und Mensch führen.«

Es steht außer Zweifel, daß sich eine Reihe von verantwortungsbewußten Persönlichkeiten der Unhaltbarkeit des jetzigen Zustandes bewußt geworden ist. Entstaubungsaktionen in den Großstädten, besonders in England, haben einiges gebessert. An anderen Stellen ist aber durch die Zuwachsrate an industrieller Kapazität der gute Beginn wieder zunichte gemacht worden. Einige Großstädte haben Gesundheitsingenieure für ihren Verwaltungsbereich eingesetzt. Sie sind vollauf damit beschäftigt, erst einmal neben den Fragen der Abwässerhygiene und der Abfallbeseitigung über den Städten die Inhaltsstoffe der Luftverunreinigung zu prüfen, um die Hauptverschmutzer je nach Windrichtung herauszufinden. Ob dann allerdings etwas dagegen unternommen werden kann, ist in der Bundesrepublik zumindest bisher fraglich. So hat die Stadt Duisburg von einer Schadensersatzklage für ihre durch Luftverschmutzung schwer betroffenen Bürger Abstand genommen. Als Grund wurde angegeben, daß zwar ein gesundheitsschädigender Einfluß der Abgase auf Pflanze, Tier und Mensch vorhanden sei, aber dafür verschiedene Stoffe gleichzeitig in Frage kommen und eine Gesamthaftung der Industrie nicht bestehe. Der Geschädigte habe nachzuweisen, wodurch gerade diese oder jene Erkrankung verursacht sei. Da das nicht mit genügender Sicherheit geschehen könne, müsse von der Klage abgesehen werden.

Portheine, vom Hygieneinstitut des Ruhrgebietes, und andere haben auf die Abschirmung der Sonneneinstrahlung durch Dunstwolken mit noch völlig unübersehbaren Schäden hingewiesen:

»Die Sichtweite wird bei sinkender ›Dunstglocke‹ nicht zuletzt infolge der stark lichtbrechenden Wirkung der Feinstteilchen zwischen 0,3 und 0,6 my überraschend schnell eingeschränkt. Entsprechend der Dichte und Ausdehnung der Dunstglocke über einer Industriestadt wird das Tageslicht eindeutig abgeschwächt. Bei zahlreichen Vergleichsuntersuchungen in England hat man nach *Meetham* ermittelt, daß nur 25 bis 55 Prozent des Tageslichtes während der Monate November bis März in Industriestädten einfiel. Auch bei wolkenlosem Himmel haben wir mehrfach Verminderungen der Beleuchtungsstärke von der

westlichen bis zur östlichen Rheinseite in Höhe Rheinhausen-Duisburg bis zu 50 Prozent feststellen können.

Es ist schon volkswirtschaftlich von erheblicher Bedeutung, daß die künstliche Beleuchtung innerhalb einer Industriegroßstadt wesentlich früher eingeschaltet werden muß als auf dem Lande. In volksgesundheitlicher Hinsicht ist es jedoch ein größte Aufmerksamkeit verdienendes »komplexes Übel, daß die Absorption biologisch wirksamen Lichtes viele hunderttausend Menschen zumindestens in ihrem Wohlbefinden deutlich beeinträchtigen kann, selbst wenn sie bei wolkenlosem Himmel vielfach die Sonne, aber eben nur wie durch ein Milchglas erkennen können und der Himmel dann nur grau in grau erscheint.«

Man merkte auch hier allmählich, daß etwas zu geschehen hat; denn die Ruß- und Staubniederschläge wurden immer beängstigender:

Luftverunreinigung

Das Bild gibt ein Beispiel für die verheerende Wirkung von Ruß- und Staubniederschlägen auf die Vegetation

Links eine Lärche aus verseuchtem Gebiet, rechts ein Lärchenzweig, der in reiner Luft gedieh



Abbildung 6

Pro Jahr fallen auf den Quadratkilometer in

London	365	Tonnen Ruß
Birmingham	480	„ „
Baltimore	548	„ „
Liverpool	969	„ „
Leningrad	290	„ „
Woroschilow	365	„ „
Stalino	375	„ „
Charkow	456	„ „

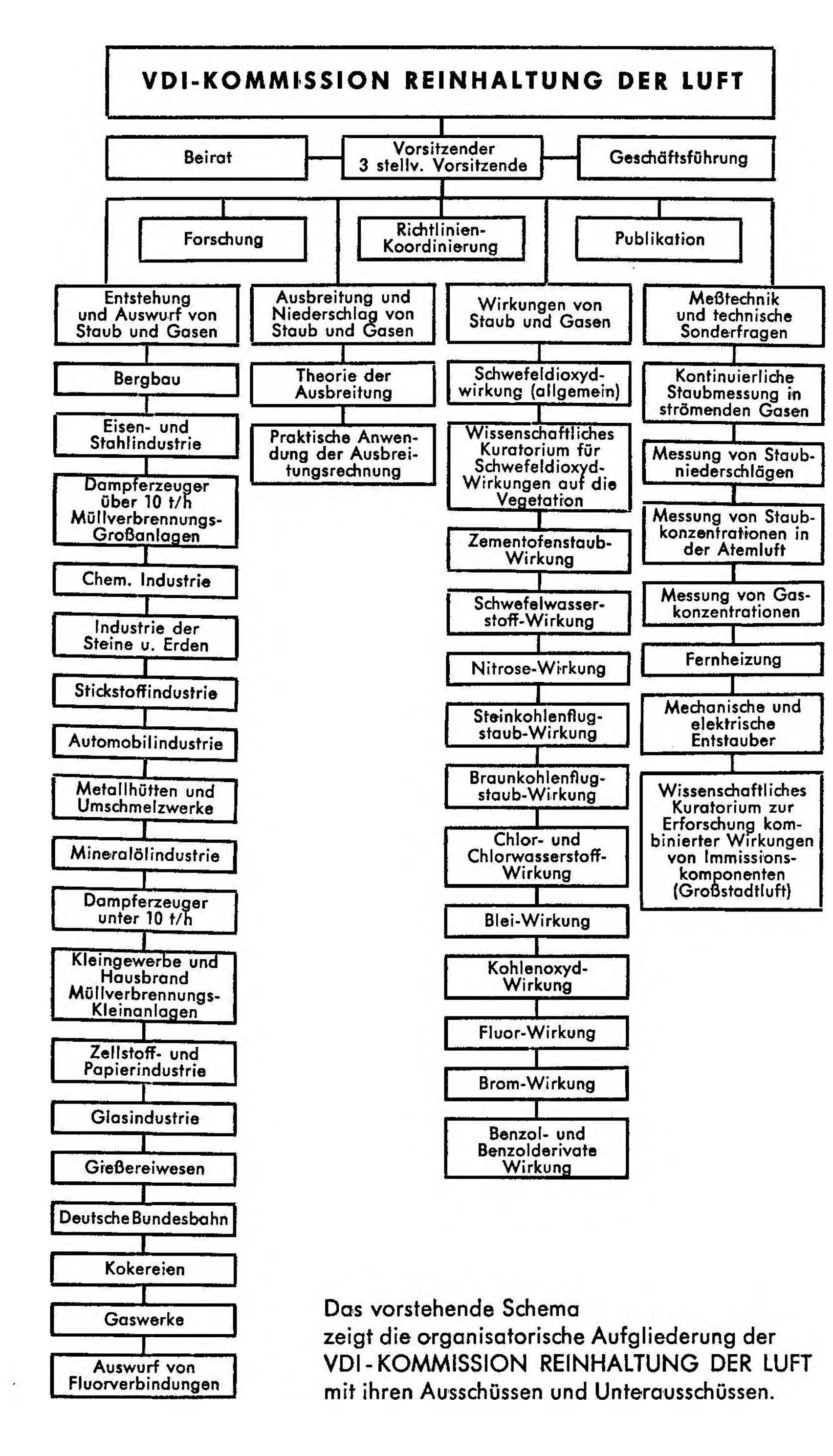
Bereits auf der ersten internationalen Konferenz über Luftverunreinigungen, die 1957 stattfand, wurden praktisch aus allen Industrieländern Unfälle und Unglücke bekanntgegeben. Am eindrucksvollsten waren die Mitteilungen aus Großbritannien, wo 1952 durch rauchverseuchte Nebel im Themse-Gebiet etwa 4000 und 1956 rund 1000 Todesfälle verzeichnet wurden. Das allerdings hat dann dort den Anstoß für Reinluftgesetze gegeben, so daß England in dieser Beziehung heute das fortschrittlichste Land der Welt ist.

Als Mangel der zivilrechtlichen Bestimmungen wird in der Bundesrepublik empfunden, daß der Verursacher von Emissionen die im Rahmen der Ortsüblichkeit unbestimmten Zulässigkeitsgrenzen ausnutzen kann, ohne selbst ausdrücklich verpflichtet zu sein, das nach dem Stand der Technik Vertretbare zur Vermeidung von Emissionen zu tun.

Schließlich wird auch auf das Fehlen von gesetzlichen Vorschriften zur Reinhaltung der Luft für den Hausbrand und für Kleingewerbe sowie für die Entgiftung der Abgase von Kraftfahrzeugen hingewiesen und eine Änderung in dieser Hinsicht als notwendig bezeichnet.

Mit Recht hat jedoch der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) im August 1960 darauf erneut aufmerksam gemacht, daß eine gesetzliche Regelung allein nicht genügt, wenn die technischen Schwierigkeiten nicht gleichzeitig überwunden werden. Dazu gehört eine Bestandsaufnahme der Luftverunreinigung insgesamt. Die von der einschlägigen Kommission geschaffene Gliederung (s. Tabelle S. 70) spricht Bände. Es wäre nötig, in 48 Ausschüssen und Unterausschüssen zuerst überhaupt einmal die notwendigen naturwissenschaftlich-technischen Unterlagen zu erarbeiten. Damit sind die Hauptaufgaben erst angesprochen, nicht etwa gelöst.

Nun ist es natürlich nicht ganz einfach, eine Norm für die unverdorbene atmosphärische Luft aufzustellen. Gewisse Prinzipien für die Reinheit mußten aber festgelegt werden. Danach werden als zulässig nur solche Schadstoffkonzentrationen angesehen, die auf den Menschen



Das vorstehende Schema
zeigt die organisatorische Aufgliederung der
VDI-KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT
mit ihren Ausschüssen und Unterausschüssen.

weder unmittelbar noch mittelbar schädlich oder unangenehm wirken, die seine Arbeitsfähigkeit nicht vermindern und keinen negativen Einfluß auf Wohlbefinden und Stimmung hervorrufen. Ebenso sind Konzentrationen unerlaubt, die schädlich auf Vegetation, auf das Klima des Ortes und auf die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wirken und die allgemeinen Lebensbedingungen der Bevölkerung verschlechtern.

Theoretische Forderungen!

Demgegenüber steht die Tatsache, daß neben den Abgasen aus Industrie, Hausbrand, Ölfeuerungen auch die Autos mit dem Freisetzen von ungesättigten Kohlenwasserstoffen und Bleitetraäthyl eine eminente gesundheitliche Bedeutung gewonnen haben.

Es ist genau untersucht und belegt, daß man in viel befahrenen Großstadtstraßen in einem Kubikmeter Staub bis zu einem Kilogramm Blei in der Luft findet. An stark frequentierten Autobahnstrecken kann das Gras wegen der Bleieinlagerung nur begrenzt als Viehfutter verwendet werden. Man fand das Blei in der Milch der damit gefütterten Kühe. Zur Kälberaufzucht war die Milch nicht verwendbar.

Gefährlich sind die Bleiionen in der Atemluft. Das in die Lunge eindringende Blei ist zehnmal giftiger als wenn es mit der Nahrung oder dem Speichel aufgenommen wird. Prüfungen in Großstadtstraßen ergaben ein Beispiel für Unsinnigkeiten in unserer technischen Umwelt: Die gesetzlich gesicherten Bleiarbeiter in einer Akkumulatorenfabrik hatten eine wesentlich geringere Bleikonzentration einzuatmen als der sich im Großstadtverkehr bewegende Autofahrer oder Fußgänger.

Von der Bleibeimischung zum Benzin als Antiklopfmittel leben aber ganze Industrien. Wir wären jedoch imstande, bleifreie Treibstoffe herzustellen, die mit ihrer Oktanzahl für die heutigen Motoren ausreichend wären.

Wie stark die wirtschaftlichen Einflüsse sein können, ist auch aus der hin und her wogenden Diskussion um die Schädlichkeit des Rauchens erkennbar. Selbst der Staat ist durch seine Steuereinnahmen kein ganz neutraler Beobachter. Im Bundesgebiet wurden 1962 nach den Steuerunterlagen des Statistischen Bundesamtes 83,3 Milliarden Zigaretten, 3,8 Milliarden Zigarren, 7522 Tonnen Feinschnitt und 1622 Tonnen Pfeifentabak verraucht. In England hat der aufsehenerregende Bericht des »Royal College of Physicians« über das schädliche Rauchen nur einen vorübergehenden Schock ausgelöst. Kurzfristig fiel der Verbrauch an Zigaretten um 10—12 Prozent. Bereits nach wenigen Monaten war dieser Verlust für die Industrie durch die unverbesserlichen Raucher eingeholt. Dazu bemerkt der britische Gesund-

heitsminister sehr richtig: »Leute, die in geradezu panischer Angst zu den Ärzten rennen und geimpft werden wollen, wenn irgendwo eine begrenzte Pockenepidemie gemeldet wird, nehmen völlig bewußt und mit anscheinender Gleichgültigkeit die Gefahr auf sich, bei einer Sterbeziffer von 1:9 oder noch höher, ihr Leben durch Lungenkrebs einzubüßen.«

Er hat nicht übertrieben. Nach den Statistiken der Lebensversicherungsgesellschaften beträgt das Sterberisiko vor dem 65. Lebensjahr

bei Nichtrauchern				23 %
bei Rauchern	unter	10	Zigaretten	27 %
„ „	„	10—20	Zigaretten	34 %
„ „	„	20—40	Zigaretten	38 %
„ „	über	40	Zigaretten	41 %

Anders ausgedrückt bedeutet es, daß nur 59 von 100 Männern, die täglich zwei Schachteln Zigaretten verrauchen, die Aussicht haben, das 65. Lebensjahr zu überschreiten.

Der oft gehörte Einwand, daß innerhalb der Gesamtverschmutzung der Luft und ihrer Gefahren das Rauchen keine entscheidende Rolle spiele, ist sicher nur zum Teil richtig. Innerhalb von 30 Jahren muß der Mensch rund 160 Millionen Liter Luft durch die Lunge filtrieren und es ist bestimmt von Bedeutung, ob ich bei schlechter Außenluft dem Lungenfilter Erholungsphasen gestatte oder die Gesamtsituation durch summierte eigene Schädigung zusätzlich verschlechtere.

Eine in ihrer Breitenstreuung unerwartete Bedeutung haben die Lärmschäden bekommen. Sie stehen zum Teil in direktem Zusammenhang mit den ungelösten Problemen des innen- und außerstaatlichen Verkehrs auf den Straßen und in der Luft. Durch genaue Meßverfahren (1 Lärmeinheit = 1 Phon) kann registriert werden, wie sich Körperschäden und psychische Wirkung gegenseitig summieren. Ab 30 phon wird diese psychische Beeinflussung festgestellt, die mit der weiteren Lautstärke zunimmt. Eine Gewöhnung kann nicht erreicht werden. Es kommt als Folge zu Gefäßverengungen mit Mangeldurchblutung am Herzen und anderen Organen. Großstädter zeigen bereits gegenüber unbelasteten Völkerstämmen erhebliche Höreinbußen in verschiedenen Tonhöhen und eine früher einsetzende Altersschwerhörigkeit.

Im Jahre 1960 wurde bekannt, daß es bereits eine ganze Anzahl von »Lärminvaliden« gibt. Die amerikanische Luftwaffe hat heute schon 94 233 Menschen zu versorgen, die als Bodenpersonal auf Düsenflugplätzen das Gehör eingebüßt haben und denen jährlich 270 Millionen Mark Rente gezahlt werden müssen.

Insgesamt schätzen z. Z. amerikanische Arbeitsphysiologen in der U.S.-Industrie die finanzielle Einbuße an verminderter Arbeitsleistung infolge schädlichen Lärms auf jährlich 2 Milliarden DM.

Damit möge die Auswahl von zivilisationsbedingten Schädlichkeiten abgeschlossen werden.

Reformer sind vielen Menschen ein Greuel. Sie stellen sich darunter abwegige, fortschritthemmende Außenseiter vor. Lebensreformer werden auch heute noch als einseitige Querulanten angesehen, die nichts von den schönen Errungenschaften der Technik halten. Sicher hat es Übertreibungen gegeben, und ein Kampf für eine gesunde Lebensweise muß nicht gleich mit religiösem Fanatismus verquickt werden. Trotzdem haben diese Reformer im Volke das Bewußtsein einer engen Verbundenheit des Menschen mit seiner natürlichen Umwelt erhalten. Er ist zwar nicht wie das Tier bedürfnislos in sie eingefügt; seine inneren Notwendigkeiten, sein Denken, sein Geist lassen ihn jedoch ein Sicherheitsbedürfnis empfinden, das er zu erfüllen sucht, um zugleich einen Freiheitsgewinn für Tätigkeiten zu erreichen, die ihn über den Kampf ums nackte Dasein herausheben.

Der erste Schritt zur Kultur ist die Ausbeutung des Bodens *(Hyams)*. Es liegt ein Zwang zur Veränderung der Umwelt, zu einer Störung der vorgefundenen Ordnung der Natur im menschlichen Wesen. Sein Erfindergeist ist regsam, und er bemüht sich, in die Dinge einzudringen, indem er sie erst in Einzelteile zerlegt und nach seinem Gutdünken wieder zusammensetzt. Doch bleibt nach den heutigen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen nicht zweifelhaft, daß es eine Grenze für solche freiheitlichen Umgestaltungen gibt. Trotz seiner Vernunftbegabung ist der Mensch in das große Spiel der Kräfte und Gegenkräfte, das Ein- und Ausatmen des Weltalls eingeschaltet. Er muß es erst noch beweisen, ob die Vernunftbegabung ausreicht, um sich vor dem Schicksal zu bewahren, das jeder Arzt, jeder aufmerksame Naturbeobachter tagtäglich drohend vor sich sieht.

Da lebt ein Mensch, ein Tier in strotzender äußerer Gesundheit. In seinem Körper leben winzige Infektionserreger. Plötzlich, aus einer uns unbekannten Störung des harmonischen Gleichgewichts in Form einer Abwehrschwäche des großen Organismus oder einer ebenso unverständlichen überstürzten Vermehrung der Infektionserreger, tritt Lebensgefahr ein. Einmal geht es so: Der Erregerstamm wächst gewaltig, überwuchert alles andere, verschafft sich rücksichtslos Platz und Boden für seine Rasse. Dann ist der Augenblick da, wo der überforderte Wirtsorganismus zusammenbricht, weil seine Harmonie zerstört wurde, und nach akutem Schüttelfrost oder chronischem Siechtum zerfällt die

größere Einheit unter dem Ansturm der winzigen Feinde, die sich damit selbst ihr Grab graben. Zum anderen kann es so ausgehen, daß durch Gegengifte des menschlichen oder tierischen Körpers das Anwachsen der Erreger in geometrischer Reihe gestoppt wird und ein mehr oder weniger ausgeglichener Gesundheitszustand eintritt. Dann leben Schmarotzer und Wirtschaftsorganismus wieder nebeneinander, es hat Einschränkungen und Narben auf beiden Seiten gegeben. All das geht unbewußt vor sich. Leben steht gegen Leben. Wir können manche dieser Vorgänge sichtbar machen, wir können viele Abläufe vorhersagen, aber die Frage nach dem Warum dieses oder jenes Wechselspiels mit tödlichem Ausgang vermag uns kein Mensch zu beantworten. Wir wissen, daß sich aus der einen befruchteten Zelle ein Huhn und aus der anderen beispielsweise ein Pferd entwickelt, aber wie diese Fähigkeit in die Zelle gelangt ist, kann niemand erklären — dort beginnt das Gebiet des Glaubens.

Ist uns aber die Vernunft nur gegeben, um die Gesetzmäßigkeiten in der Natur lediglich zu beobachten — sind wir nicht fähig, für uns selbst Konsequenzen daraus zu ziehen?

Wir wissen um den Kampf der Arten untereinander, auch wenn wir den Hintergrund dafür nicht begreifen, wir leben nicht nur wie das Tier in Abstufungen aus dem Instinkt heraus, sondern wir vermögen unseren Erdenwandel zu *er*leben! Darin liegt meines Erachtens nicht nur ein Unterschied, sondern auch eine Verpflichtung. Der Zwang zum sogenannten Fortschritt aus analytischem, das heißt wirklich auflösendem Denken scheint mir nicht unabdingbar für die Menschheit zu sein. Diese Art des Denkens ist aus der Unbefangenheit kindlicher Neugier entsprungen, und sie wird immer die große Versuchung des Menschen bleiben. Der nächste Schritt aber, der Schritt zum bewußten Gebrauch der Vernunft, wie es einem reifen Erwachsenen geziemt — dieser Schritt ist längst überfällig! Der Weg des Menschen zum »Übermenschen« ist nicht die Hinaufsteigerung zum Titanen, sondern muß gekennzeichnet sein vom Verständnis der Begrenzung seiner Möglichkeiten und der Notwendigkeit einer *bewußten* harmonischen Einfügung in eine geordnete Welt. Nur das synthetische, das heißt auf das Ganze gerichtete Denken vermag die drohende Katastrophe vielleicht noch abzuwehren.

Man muß sich also *bewußt* werden, daß ein weiteres ungeordnetes und nur von wirtschaftlichen oder technischen Interessen gesteuertes Ausnutzen der Naturkräfte an vielen Stellen schon an die unüberschreitbare Grenze geführt hat, an anderen in der Entwicklung dazu begriffen ist. Uneinsichtigkeit, Gruppenegoismus bestimmter Interes-

senten und Nationen haben dazu geführt, daß Blindheit dagegen entstanden ist, daß übertriebene Ausbeutung zum Zusammenbruch führen muß und der Ausbeuter selbst mit in den Abgrund gerissen wird. Die alte, einfache, aber tiefe Volksweisheit von dem Müller, der seinen einzigen Transportesel schlecht pflegt und ihn zu schwer mit Säcken belädt, so daß er unter der Last stöhnend sein Leben aushaucht, ist für die großen Zusammenhänge der heutigen Welt verlorengegangen . . .

Jeder der Natur abgerungene Vorteil bedarf einer genauen Beurteilung im Hinblick auf den unter Umständen gesetzten Schaden. Vieles wird nicht immer gleich sichtbar sein, aber es läßt sich doch aus den schon vor Augen liegenden Erfahrungen leicht ableiten, daß, je größer die Projekte menschlichen Gemeinschaftshandelns werden, auch um so sorgfältiger und weitreichender Vorsorge und Vorbeugung gegen schädliche Einflüsse ausgebaut werden müssen. Für sich allein oder ihre Familie ist es ja für die meisten Menschen selbstverständlich, solche Vorsorge zu treiben, wenn sie es auch oft mit untauglichen und unzulänglichen Mitteln machen. Für die Gesamtheit ebenso zu denken, fällt ihnen schwer — es fehlt ihnen die Phantasie dazu. Wenn Millionen toter Fische und anderer Kreaturen unsere vergifteten Flüsse heruntertreiben und unzählige Einzelkatastrophen durch Zivilisationsschäden uns tagtäglich in der Zeitung aufgetischt werden, so fehlt dafür das Bewußtsein, daß es uns alle ganz direkt angeht und daß wir mitten dabei sind, nicht nur die Gesundheit, sondern unser ganzes menschliches Dasein zu verspielen. Borniertheit, Rechtswirrwarr, Gesetzlosigkeit, Fehlen internationaler Vereinbarungen mit bindenden Beschlüssen, Vernachlässigung der biologischen Forschung zugunsten immer höher gesteigerten Profitstrebens durch Zweckforschung — das ist die Umrißzeichnung einer sich selbst zerstörenden Menschheit, die ausging, die Natur zu erobern! Die letzte Steigerung barbarisch-unreifen Denkens findet sich in unseren Tagen beim Umgang mit den radioaktiven Stoffen.

Atome spalten die Menschheit

— Ich, ein
Mensch unter Menschen, anfällig, immer
bin am Abgrund, einsam und wehrlos
vor dem Wirrsal der Welt, das schwarz in mich einbricht
wie in verlassenes Haus ein Rudel von Räubern?
Darf denn reden, wer strauchelt, reden,
wer noch sucht? Und wer irrt, an die Stelle
Gottes treten und sagen: Dies will ich?

Josef Weinheber

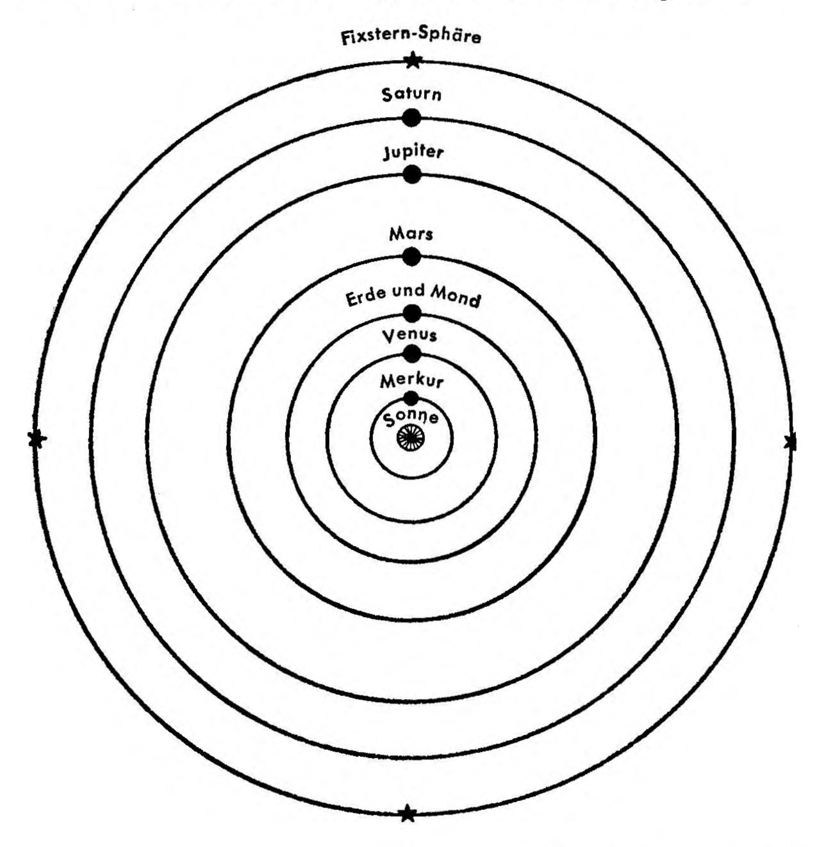
Das bekannte Schema unseres Sonnensystems hat eine sehr auffällige Ähnlichkeit mit den bildlichen Darstellungen vom Atom. An Stelle der Sonne befindet sich in der Mitte der Atomkern, der die Hauptmasse des Systems trägt. In der Abbildung 8 wurde das Atommodell des gewöhnlichen Kohlenstoffes mit der Ordnungszahl oder Atomnummer 12 gewählt. Im Kern sind 6 Protonen mit positiver (+) Ladung (schwarz gezeichnet) und 6 Neutronen (= elektrisch neutral) vorhanden. Auf den Außenbahnen befinden sich die negativ (—) geladenen Elektronen.

Das Atom ist insgesamt als Grundbaustein ein elektrisch neutrales Gebilde. Da die Elektronen negativ geladen sind, muß eine entsprechende Anzahl von Protonen im Kern für den Ausgleich sorgen. Die beigefügten Neutronen verstärken die Kernmasse und prägen die sogegenannte Ordnungszahl eines Elementes. Für unser Beispiel ergibt sich:

	Kern		
	Protonen	6	
	Neutronen	6	} — — — Elektronen 6
Atomnummer oder Ordnungszahl		12	

Der Atomkern verhält sich normalerweise wie eine geschlossene Festung. Die gegenseitige Abstoßungskraft der Protonen (alle +) wird durch die Neutronen aufgehoben. Ein Kern ohne Neutronen würde von selbst explodieren — die gleichen Temperamente, zusammengesperrt, vertragen sich nicht. Andererseits kann die Kernmasse durch überzählige Neutronen schwerer gemacht werden. Dadurch entstehen die sogenannten *schweren Isotope*, von denen viele infolge

Schematische Darstellung unseres Sonnensystems



Die Sonne im Mittelpunkt, umkreist von den 6 Planeten, deren Bahnen allerdings nicht rund und in der gleichen Ebene verlaufen, wie es das Schema vereinfacht zeigt.

Abbildung 7

Nach Kopernikus' heliozentrisches Weltbild

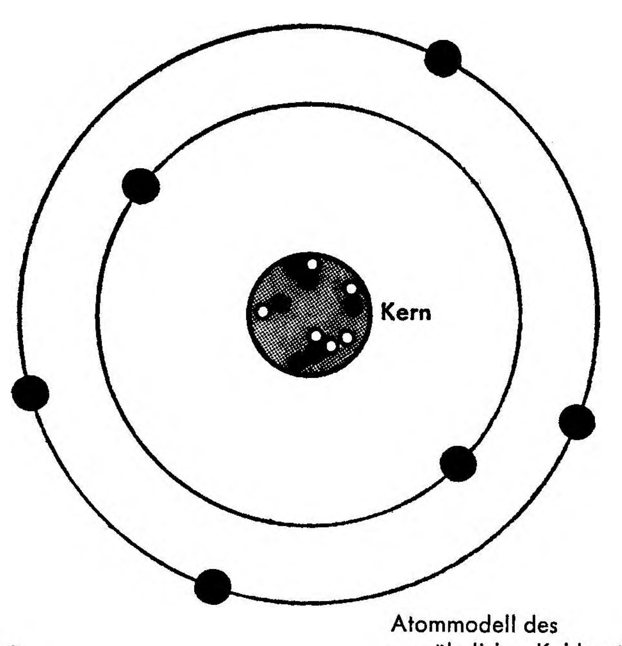


Abbildung 8

Atommodell des gewöhnlichen Kohlenstoffs

Kohlenstoff 13

Kohlenstoff 14

Abbildung 9

Abbildung 10

ihrer Überladung eine Strahlung radioaktiver Art aussenden. Daneben existieren noch *leichte Isotope*, die aus den oben angegebenen Gründen immer mindestens die gleiche Zahl von Protonen und Neutronen haben müssen. Von dem Kohlenstoff, der uns aus biologischen Gründen vielfach interessiert, sind 3 Variationen vorhanden:

1. Der Kern des »gewöhnlichen« Kohlenstoffs s. Abbildung 8 (Ordnungszahl 12 = 6 Protonen und 6 Neutronen)
2. Der Kern des Kohlenstoff 13 s. Abbildung 9 (Ordnungszahl 13 = 6 Protonen und 7 Neutronen)
3. Der Kern des Kohlenstoff 14 s. Abbildung 10 (Ordnungszahl 14 = 6 Protonen und 8 Neutronen)

Um alle 3 Kerne kreisen nur die 6 Elektronen.

Kohlenstoff 13 und 14 sind demnach Isotope des Kohlenstoffs, und dies bedeutet, daß wir es mit Stoffen zu tun haben, die chemisch gleiche Reaktionen geben. »Isotope« ist dem Griechischen entnommen und heißt: am gleichen Orte stehend. Die Variationen beziehen sich also lediglich auf die Neutronenzahl im Kern.

Allerdings ist das insofern eine Vereinfachung, da zwischen Protonen und Neutronen noch ein sogenannter Mittelkörper = Meson festgestellt wurde, der unruhig hin und her zu pendeln scheint *(s. Abbildung 11)*. Auch die elektrische Ladung wird nicht nur von den Elektronen gebildet, sondern es gesellen sich noch ein Positron und Neutrion hinzu.

Darüber hinaus sind durch die neue Forschung weitere Elementarteilchen festgestellt worden, deren ganze Gruppe man als Hyperonen bezeichnet. Die Elementarteilchen haben Gegenstücke in den Antiteilchen, und man hat daraus die Vorstellung einer Antimaterie hergeleitet. Sie entstehen und zerfallen außerordentlich schnell, so daß sie kaum nachweisbar sind. Das sogenannte »Anti-Sigma-Plusteilchen« hatte beispielsweise nur eine Lebensdauer von einer hundertmilliardstel Sekunde!

Je mehr unruhige Geister auf einem Haufen beisammen sind, desto schwerer ist es, sie unter Kontrolle zu haben und auszugleichen. Auf den Atomkern bezogen bedeutet es, daß mit zunehmender Zahl der Protonen (+) und damit steigender Größe des Kernes offenbar zur Neutralisierung für jedes Proton ein einziges Neutron nicht mehr ausreicht, sondern es müssen mehr vorhanden sein, um die Abstoßungs-

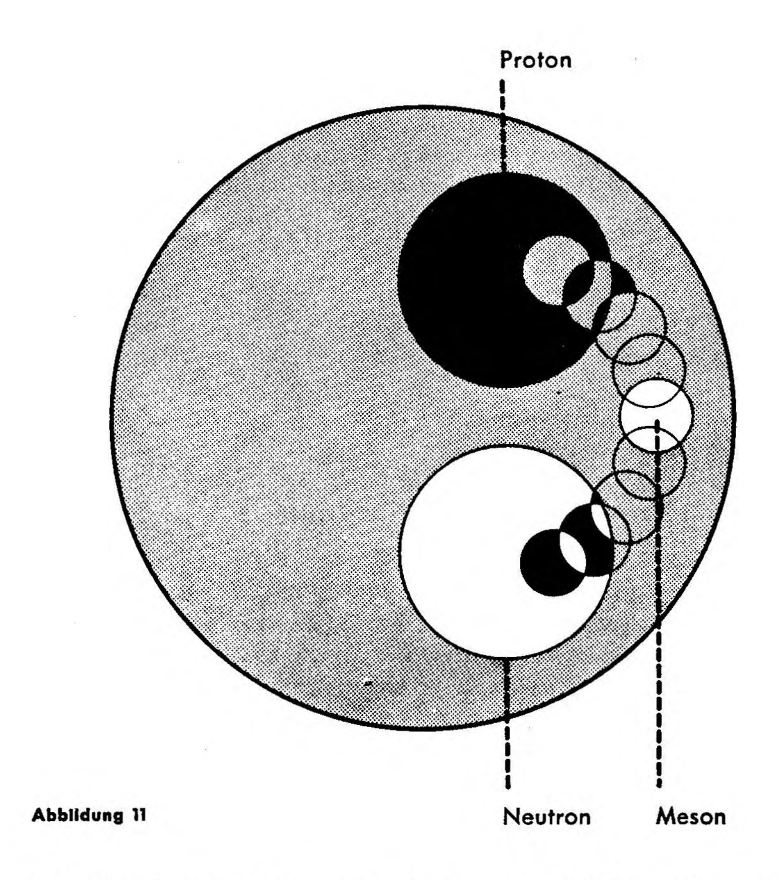


Abbildung 11

kräfte im Zaume zu halten. So stehen im Uran 146 den 92 Protonen insgesamt 146 Neutronen gegenüber.

Beim *Kernzerfall* entstehen drei Arten von Strahlung, die man mit den griechischen Buchstaben α, β, γ bezeichnet hat. Die sogenannten *Alphateilchen* (α) gibt es fast nur bei Elementen mit höherer Ordnungszahl als das Blei. Bei der α-Strahlung wird der Kern um zwei Protonen und zwei Neutronen ärmer. Es handelt sich gewissermaßen um ein davonfliegendes Kernbruchstück von der Größe eines Heliumkernes, das im Magnetfeld eine charakteristische Ablenkung erfährt. Infolge seiner Masse (2 + 2) kann das Alphateilchen bei entsprechender Energie erhebliche Ionisationsvorgänge auslösen. Alphateilchen haben eine positive Ladung, sie sind Heliumkerne.

Die Betastrahlen (β) entstammen ebenfalls dem Kern und treten bei bestimmten Vorgängen auf, die eine elektrische Ladungsänderung des

Kernes zur Folge haben. Auf dem *Bild 12* wurde versucht, deutlich zu machen, daß es Zustände gibt, bei denen Masse in Energie, in Strahlung umgewandelt wird. Dieses — manchem Laien unvorstellbare — Geschehen kann man sogar unter besonderen Bedingungen fotografisch sichtbar machen. Es ist der Grund, warum also auch im Kern im Moment der Umwandlung Elektronen mit negativer Ladung, das heißt hier Betastrahlen, entstehen können. Auch da gibt es Ausnahmen, auf die hier aber nicht eingegangen werden soll. Kurz: Betastrahlen sind Elektronen. Bei der Gammastrahlung (γ) handelt es sich um eine Wel-

Energiegewinn durch Kernspaltung

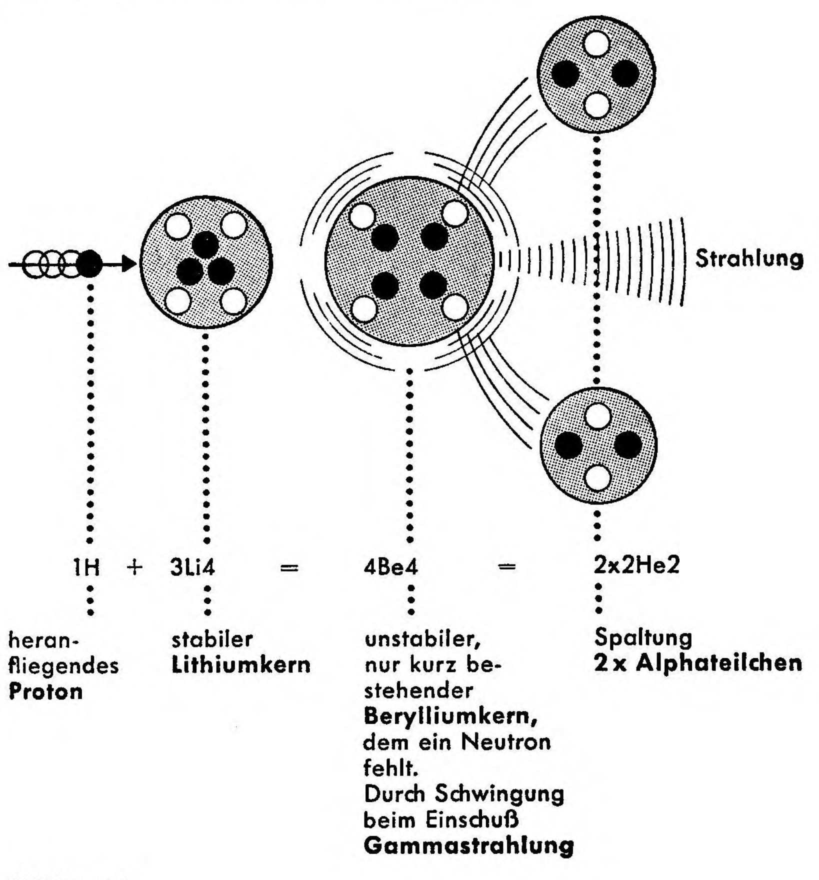


Abbildung 12

lenstrahlung von erheblicher Energie. Sie entsteht an Kernen, die durch irgendeine »Anregung« ins Schwingen geraten sind. Dadurch entstehen sehr kurze Wellen, die eine höhere Energie als die Röntgenstrahlen haben und starke Durchdringungskraft besitzen. Entsprechend ihrer Entstehungsart haben sie keine Masse und keine elektrische Ladung. Gammastrahlen sind elektromagnetische Schwingungen.

Im Magnetfeld lassen sich die drei verschiedenen Strahlungsarten gut unterscheiden. Die γ-Strahlung ohne Masse und Ladung geht unbeeinflußt geradeaus weiter, während die elektrisch verschieden geladenen sogenannten α- und β-Strahlen auch unterschiedlich abgelenkt werden *(Bild 13)*.

Ablenkbarkeit der Strahlung im Magnetfeld

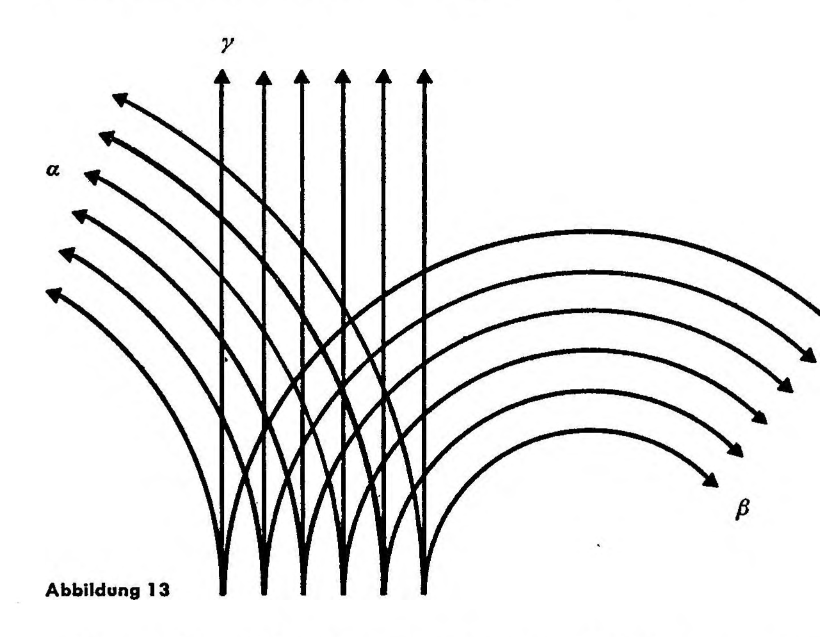


Abbildung 13

Einige Stoffe zerfallen leichter. Man benutzt dabei die auftretende Strahlung, um andere Kerne zu zertrümmern. Ein Beispiel dafür gibt das berühmt-berüchtigte »schwere Wasser«. Normales Wasser hat die chemische Formel H_2O. Die Kuppelung von Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) bezeichnet man als Molekül. In dieser Verbindung hat der Wasserstoff in seinem Kern nur ein Proton. Es ist einsam, hat

niemanden zum Streiten und bedarf daher keines Neutrons. Trotzdem findet sich in der freien Natur im Verhältnis von etwa 5000:1 doch ein Neutron als Begleiter des Wasserstoffprotons und damit ist das »schwere Wasser« entstanden. Der Begriff der »Schwere« bezieht sich also auf das zusätzliche Neutron in einem Molekül Wasser. Dieses Neutron hat nur eine recht lose Verbindung zu dem Proton, und man nennt diesen schweren Wasserstoffkern das Deuteron. Durch geschickte technische Anlagen kann man dieses Deuteron isolieren und gegen andere Kerne schießen. Diese sind positiv geladen, und daher wird das Proton, welches die gleiche Ladung trägt, zurückgestoßen und abgelenkt *(s. Abbildung 14)*, während das Neutron infolge seines elektrisch neutralen Verhaltens in die Kernmitte weiterfliegt und beim Auftreffen im Kern die Spaltung einleiten kann. Da der Kerninhalt trotz der unvorstellbar kleinen Verhältnisse sehr weiträumig verteilt ist, trifft vielleicht nur jeder tausendste oder gar millionste Schuß.

Auch eine schwere Krankheit kündigt sich zu Anfang nur durch ein allgemeines, unbestimmtes Unbehagen an. In das Bewußtsein der Menschheit dringt das Verständnis für die Unhaltbarkeit der augenblicklichen Situation erst allmählich ein, obwohl schon vor 150 Jahren *Novalis* (1772—1801) gesagt hatte: »Wenn die Menschen einen einzigen Schritt nach außen tun wollen zur Beherrschung der äußeren Natur durch die Kunst der Organisation und durch die Technik, dann müssen sie *zuvor* drei Schritte der ethischen Vertiefung nach innen getan haben.«

Eine bis in unsere Zeit festgehaltene Ansicht mancher Forscher besteht darin, daß die in diesem Problem liegende Gegensätzlichkeit nicht Angelegenheit der Naturwissenschaft sei, sondern auf einer anderen »Ebene« gelöst werden müsse.

Darin liegt ein verhängnisvoller Irrtum, ein Abschieben der Verantwortung, ein Betäuben des schlechten Gewissens, wie es auch in der Festrede von Pierre *Curie* am 6. Juni 1905 bei der Entgegennahme des Nobelpreises für sich und seine Frau Marie deutlich wird: »Wenn man bedenkt, daß das Radium in den Händen von Verbrechern sehr gefährlich werden kann, drängt sich einem die Frage auf, ob es für die Menschheit von Vorteil ist, die Geheimnisse der Natur kennenzulernen, ob sie reif dafür ist, sich ihrer zu bedienen, oder ob ihr diese Erkenntnis schädlich ist. Ein treffendes Beispiel dafür bieten gerade die Entdeckungen Alfred Nobels selbst. Die gewaltigen Explosivstoffe haben die Menschheit befähigt, bewundernswürdige Arbeiten auszuführen, aber sie sind auch ein fürchterliches Zerstörungsmittel in unberufenen Händen und dienen mittelbar den schlimmsten Verbrechen, die es gibt —

jenen, die die Völker in den Krieg gegeneinander hetzen. Ich aber bin mit Nobel der Ansicht, daß die Menschheit aus neuen Entdeckungen am Ende mehr Gutes als Schlechtes gewinnen wird.«

Zuerst waren es die Einzelschicksale, die sich erfüllten, die als Abfall am Rande des Fortschritts geopfert wurden. Es gab manche, die frei-

Kernbeschießung mit Deuteronen

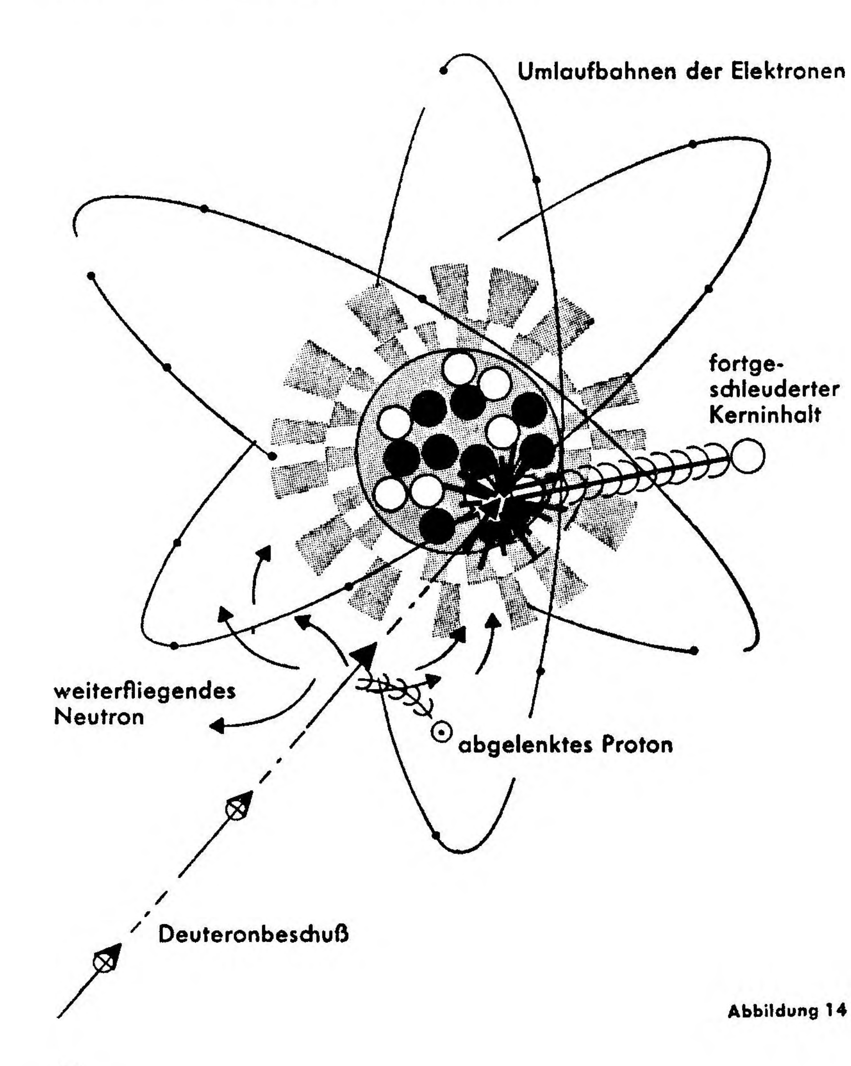


Abbildung 14

willig und auch leichtsinnig die Gefahren der ionisierenden Strahlung auf sich nahmen und als Pioniere einen bescheidenen Ehrenplatz nach ihrem Tode bekamen. Neben vielen anderen wurde auch Mme *Curie* nicht verschont. Niemand konnte ihr helfen, als sie an einer strahlenbedingten Anämie erkrankte und schließlich am 4. Juli 1934 starb. Als man zufällig im Pariser Radiuminstitut nach reichlich 50 Jahren die Laboratoriumsnotizen von Pierre und Marie Curie mit dem Geigerzähler untersuchte, fand man diese Zettel noch immer sehr radioaktiv.

Mehr aber als das tragische Ende einzelner beschäftigte die verantwortungsvollen Wissenschaftler die Gefahr des allgemeinen Mißbrauchs atomarer Gewalten. *Einstein*, der in den USA selbst den Anstoß zur kriegerischen Auswertung der Kernenergie aus Furcht vor einer Überrundung durch das nazistische Deutschland gegeben hatte, schrieb in einer Botschaft an die italienischen Atomforscher:

»Der wissenschaftliche Mensch ist wohl auch bedrückt darüber, daß seine Forschungsergebnisse eine akute Bedrohung der Menschheit mit sich gebracht haben, nachdem die Früchte dieser Forschung in die Hände seelenblinder Träger der politischen Gewalt gefallen sind. Er ist sich des Umstandes bewußt, daß die auf seinen Forschungen fußenden technischen Methoden zu einer Konzentration der wirtschaftlichen und damit auch der politischen Macht in die Hände kleiner Minoritäten geführt haben, von deren Manipulationen das Schicksal des immer noch amorph erscheinenden Haufens der Individuen völlig abhängig geworden ist. Noch mehr: Jene Konzentration der wirtschaftlichen und politischen Macht in wenigen Händen hat nicht nur eine äußere materielle Abhängigkeit auch des wissenschaftlichen Menschen mit sich gebracht; sie bedroht auch seine Existenz von innen, indem sie durch Schaffung raffinierter Mittel geistiger und seelischer Beeinflussung den Nachwuchs unabhängiger Persönlichkeiten unterbindet.«

Und in einem Brief vom 13. Februar 1950:

»Unserer Welt droht eine Krise, deren Umfang anscheinend denen entgeht, in deren Macht es steht, große Entscheidungen zum Guten oder zum Bösen zu treffen. Die entfesselte Macht des Atoms hat alles verändert, nur nicht unsere Denkweisen, auf diese Weise gleiten wir einer Katastrophe ohnegleichen entgegen. Wir brauchen eine wesentlich neue Denkungsart, wenn die Menschheit am Leben bleiben soll.«

In Robert Jungks Buch »Heller als tausend Sonnen«, das auch von den Fachgelehrten als eine wahrheitsgemäße, dramatische Darstellung des Schicksals der Atomforscher anerkannt wird, kann man nachlesen,

welches Ränkespiel dem Abwurf der ersten Bomben auf Japan vorausging.

Bis zum Jahre 1960 galt es als historische Wahrheit, daß die Bombenabwürfe auf Japan deshalb von der amerikanischen Regierung befohlen wurden, weil man durch den erwarteten Schock die Bereitschaft Japans zu Friedensverhandlungen erzwingen und damit weiteres unnötiges Blutvergießen verhindern wollte.

Zwei amerikanische Journalisten (*Knebel* und *Bailey*) erhielten 1960 Zugang zu den Archiven des State Departement und veröffentlichten aus den sogenannten *Potsdam-Papers* Notizen des Rußlandexperten und Dolmetschers *Bohlen*, der bei dem vertraulichen Gespräch zwischen *Truman* und *Stalin* in Babelsberg am 18. Juli 1945 anwesend war.

Aus diesen Aufzeichnungen geht eindeutig hervor, daß zu dem Besprechungszeitpunkt bereits ein Friedensangebot des japanischen Kaisers vorgelegen hatte. L. *Szilard*, einer der oben genannten Mitunterzeichner des Franck-Reports, hat sofort nach dieser Dokumentenveröffentlichung erklärt, daß man damals einen Verhandlungsfrieden hätte haben können — wenn man gewollt hätte. Der Gedanke, daß die inzwischen aller Welt bekanntgewordenen Entsetzlichkeiten nur einer politischen Zweckmäßigkeit, einer Machtdemonstration zuliebe geschahen, ist geradezu unerträglich. Jedoch der Befehl wurde ausgeführt.

Es gibt viele, fast allzu viele Berichte, Erzählungen, Statistiken und Filme über die grauenvollen Bombenwirkungen von Hiroshima und Nagasaki. Die lange Zeit von den Amerikanern zurückgehaltenen Erhebungen über das Ausmaß der Katastrophe haben einerseits zu Übertreibungen, andererseits auch zu unberechtigten Bagatellisierungen geführt.

Aus der überaus zahlreichen Literatur scheint uns die Zusammenstellung von O. *Messerschmidt* über die »Auswirkungen atomarer Detonationen auf den Menschen« am besten auswertbar. Es besteht ja kein Zweifel daran, daß gewisse Gruppen einflußreicher Militärs und Politiker ein Interesse daran hatten, bestimmte Ergebnisse geheim zu halten. Erst nach Jahren bekamen japanische Wissenschaftler Einblicke in einige Karteien mit genaueren Aufzeichnungen. Allein an der Zahl der Toten hat sich der Streit entzündet. Während die Präfektur Hiroshima am 2. Februar 1946 eine Gesamtzahl von Verletzten und Toten von 306 545 angab, meldete Nagasaki am 23. Oktober 1945 insgesamt 138 805 Personen als verletzt, vermißt oder getötet. Schätzungen aus der Kaiserlichen Universität Tokio liegen für beide Städte wesentlich niedriger. So kann Messerschmidt mit Recht erstaunt sein, daß es bis

heute nicht genau feststellbar ist, »ob 100 000 Menschen mehr oder weniger in Hiroshima umgekommen sind.«

Das sind aber keineswegs die einzigen Unsicherheiten, die uns diese große erste Atomkatastrophe gebracht hat. Wer aufmerksam die Veröffentlichungen über die Nacherkrankungen und späteren Todesfälle der unterschiedlichen strahlengeschädigten Opfer liest, wird zahlreiche Widersprüche finden. Je nach dem Standort des Untersuchers schwanken die Zahlen für die auf Strahlenwirkung zurückgeführten Erkrankungen. Dadurch kann gegenüber anderen ebenso gut vertretbaren Ansichten die Gefahr solchen Siechtums als Bombennachwirkung verkleinert erscheinen. Der Besitz der Atombombe und der Atomenergie hat von Beginn an auch die Haltung der Menschen zu ihr verändert, das Für und Wider, die Spaltung in Befürworter und Gegner ist von Anfang an sichtbar.

Trotz aller Verschiedenheiten in den wissenschaftlichen Auffassungen lassen sich bestimmte Schäden nicht wegdiskutieren. Auch die mildeste Darstellung ist noch derart erschütternd, daß sie allen kommenden Generationen zur Warnung ausreichen könnte.

Die menschliche Schockwirkung haben *Ogura-Toyofumi* und *Hachiya* ergreifend beschrieben:

»Hiroshima lag vor mir, ein schwarzer Fleck verbrannter Erde. Nichts war mehr zu erkennen. Die Flammen wüteten schrecklich und beleuchteten die Umrisse von Betonbauten, die wie Grabmäler oder plumpe Gespenster aussahen.

Ich sah, wie die ›Fleischbündel‹, die eben noch reglos gelegen hatten, sich aufrichteten und zu gehen versuchten. Da erst wußte ich mit Sicherheit, daß es Menschen waren. Sie wirkten zum Teil wie verkohlte menschliche Pfähle. Von jetzt ab häuften sich die Toten. Und der Ausdruck ihrer Gesichter war schrecklich: beide Augen traten hervor. Die Bauchdecke war zerrissen, die Eingeweide quollen heraus. Pferde und Hunde sahen ebenso aus.«

Aus den Aufzeichnungen des japanischen Arztes *Hachiya:* »Hiroshima war keine Stadt mehr, sondern ausgebrannte Steppe. Nach Osten und Westen war alles flachgewalzt« H. läßt sich von seinem alten Freunde Katsutani über einen Gang durch die Stadt entlang der Misasabrücke berichten:

»Anscheinend befanden sich die meisten toten Menschen entweder auf oder unter dieser Brücke. Viele waren wohl zum Fluß hinabgegangen, um zu trinken. Sie sind gestorben, wo sie lagen. Ich sah im Wasser ein paar, die noch lebten und, flußabwärts treibend, gegen die schon

Toten stießen. Hunderte und Tausende müssen es gewesen sein, die zum Fluß geflohen, um den Flammen zu entgehen und dann ertranken.«

Und schon damals saß den Menschen die Angst im Nacken über die möglichen radioaktiven Nachwirkungen, und ebenso gab es die Versuche, eine richtige und natürliche Instinktreaktion als unsinnig, ja dumm hinzustellen, weil ein direkter Schaden zu dem Beobachtungszeitpunkt noch nicht zu erkennen war. Einen Beweis dafür liefert eine Bekanntmachung eines Krankenhauses:

Bemerkungen über Strahlenerkrankung
Nachrichten-Krankenhaus Hiroshima.

Fast ohne Ausnahme ist das Personal unseres Krankenhauses der Bombe ausgesetzt gewesen und in Hiroshima, in diesem Krankenhaus, also unweit vom Hypozentrum, für nunmehr länger als dreißig Tage geblieben. Die Tatsache, daß wir hier keine üblen Nachwirkungen gespürt haben, ist ein weiterer Beweis gegen die Stichhaltigkeit des Gerüchts.

gez. Michihiko Hachiya,
Leiter des Nachrichten-Krankenhauses Hiroshima.«

Man unterstützte unbewußt oder in törichter Verblendung Strömungen, die geeignet waren, zur allgemeinen Beruhigung beizutragen. Kritik im eigenen Lager schien unerwünscht und eine eigene Meinung unbequem. Diese Praxis der Verkleinerung und Verschleierung der Atomgefahren prangert R. *Jungk* auf Grund eigener Erfahrungen schonungslos an:

»Damals hatte der Chef des Manhattan-Projekts, General *Groves*, die radioaktiven Nebenwirkungen der nuklearen Waffen zuerst geleugnet und bagatellisiert. Den Bewohnern von Hiroshima selbst hat man, wie ich in diesem Frühjahr durch zahlreiche Befragungen an Ort und Stelle feststellen konnte (1957), die Tatsache der gesundheitsgefährdenden Strahlennachwirkungen der Bombe selbst nach Abschluß des Waffenstillstandes nicht eingestehen wollen und wurde durch dieses Schweigen indirekt an der Verschlimmerung der nicht behandelten Strahlenkrankheiten, ja, sogar dem Tode zahlreicher weiterer Bombenopfer schuldig.«

»Die unmittelbaren Todesursachen wurden von einer Gruppe japanischer Ärzte, die von der Universität Tokio nach Hiroshima gesandt wurden, untersucht. Von ungefähr 490 Personen, die sich innerhalb eines Radius von 2 km vom Hypozentrum befunden hatten und die zu bekannten Zeitpunkten starben, starben 26,2 Prozent aus unbekannter

Ursache am selben Tag, 45,4 Prozent durch Luftdruckeinwirkungen meistens am selben Tag, 16,3 Prozent durch Verbrennungen und 12 Prozent durch Radioaktivität. Ungefähr 70 Prozent starben am Tag der Explosion, 85 Prozent bis zum Ende der ersten Woche und 90 Prozent bis zum Ende der zweiten Woche. Man soll jedoch nicht vergessen, daß die in den ersten Tagen verstorbenen Menschen auch durch Bestrahlungseinwirkungen verletzt waren. Sektionen wurden von zahlreichen japanischen Forschern durchgeführt. *Kinoshita* und *Miake* haben die Resultate (213 Fälle) zusammengefaßt.«

Was man damals noch nicht wußte, ja, was man leidenschaftlich als Übertreibung ablehnte, hat erst die Zeit offenbart: In vielen Fällen ist das Überstehen einer Atombombenexplosion grausamer und qualvoller als der plötzliche Tod. Die aus diesen Bomben freiwerdende Radioaktivität verurteilt je nach ihrer Stärke und der Art einer Verletzung die Menschen zu einem unterschiedlich langen Siechtum. Noch heute erreichen uns ständig Nachrichten aus Japan, die den Tod eines weiteren Opfers melden – fast 20 Jahre nach dem Vernichtungsschlag.

Der holländische Arzt *Maiy* erfuhr anläßlich seines Besuches in Japan 1957, daß in diesem Jahre noch 185 Opfer des Bombardements gestorben sind. Auch in den Jahren darauf wurden von den japanischen Behörden weitere Spättodesfälle bekanntgegeben. 1958 waren es 31 und 1959 nach Angaben aus dem Atombomben-Krankenhaus in Hiroshima 38 Menschen. Im Frühjahr 1960 wurde die Frau eines Rechtsanwaltes als das zwölfte Opfer im neuen Jahr gemeldet. Inzwischen sind jährlich weitere Todesfälle hinzugekommen.

Über die Spätschäden hat zu einem Teil *Tsuzuki* auf der Genfer Atomkonferenz 1955 berichtet. Dazu gehören verschiedene Störungen des blutbildenden Systems, Veränderungen an den sogenannten Einsonderungsdrüsen, den Keimdrüsen, Behinderungen im normalen Ablauf nervöser Regulationen und der geistigen Tätigkeit. Der Forschungskommission mit *Gietzelt* wurden Kinder vorgestellt, die zur Zeit der Explosion 1—3 Jahre alt gewesen oder noch im Mutterleib waren.

»Wir erfuhren, daß die bestrahlten Kinder ermüdbarer, lenkbarer und weniger intelligent seien. Die Intelligenzschwäche trat stärker zutage bei den Kindern aus dem 4-Kilometer-Bereich. Daraus geht die Strahlenempfindlichkeit des kindlichen wachsenden Gehirns hervor. Aber auch das Zentralnervensystem der Erwachsenen ist offenbar nicht so strahlenunempfindlich, wie gewöhnlich angenommen wird. Prof. Tamagawa, der Pathologe von Hiroshima, teilte mir mit, daß er bei allen Sektionen von Personen, die in den ersten Wochen nach dem

Bombenabwurf gestorben waren und Strahlenschädigungen erlitten hatten, regelmäßig schwere Veränderungen am Zentralnervensystem fand.«

Außerdem ist mit einer späteren Entwicklung von bösartigen Geschwülsten und einer allgemeinen Abnahme der Lebenskraft sowie damit verbundener Lebensverkürzung bei einer Reihe von Betroffenen zu rechnen. *Watanabe* hat mitgeteilt, daß die Leukämie (Erkrankung der weißen Blutkörperchen) sich im Durchschnitt bei der Bevölkerung erhöht habe, die in irgendeiner Form der Explosion ausgesetzt war. (Von 0,9:100 000 auf 4,5:100 000 = Erkrankungsfälle : Einwohnern). Die Häufigkeit von bösartigen Geschwulsterkrankungen stieg bis 1957 von früher 6 Prozent auf 38,5 Prozent.

Leukämie

Häufigkeit in verschiedenen Abständen in Hiroshima:

Abstand in km	Anzahl Fälle bis 1953	Zahl untersuchter Überlebender	Bruchteil
0—1,5	39	11 700	356 / 100 000
1,5—2,5	7	35 900	19,5 / 100 000
2,5	4	50 000	7,9 / 100 000
Durchschnitt für Japan			1,3 / 100 000

Bei fast der Hälfte aller Überlebenden, die maximal 2 Kilometer vom Explosionszentrum entfernt waren, traten Linsentrübungen am Auge auf, die fortschreitenden Charakter haben, so daß mit Erblindung auch jetzt noch gerechnet werden muß.

Die Anfang 1955 an rund 280 000 noch lebenden Opfern der ersten Atombombenabwürfe beendeten Untersuchungen haben ebenfalls — ganz im Gegensatz zu den anfänglichen Berichten! — ergeben, daß nach 10 Jahren viele der betroffenen Männer steril geworden waren. Bei den Frauen zeigten sich Regelstörungen mit Aufhören der Blutungen, bei anderen Häufungen von Fehlgeburten.

Die größte Heimtücke liegt jedoch in den noch zu erwartenden Schäden an der Nachkommenschaft, die heute in ihrem Ausmaß gar nicht zu übersehen sind. Eine erhebliche Schwierigkeit bei der Beurteilung liegt darin, »daß statistische Erhebungen erst seit 1950 seitens der japanischen Stellen möglich sind. Vorher waren diese von der USA-Besatzung verboten.« Obwohl in der ersten Folgegeneration Erb-

änderungen nur in ganz geringem Ausmaß sichtbar werden können, geben die bis jetzt bekannten Stichproben im Hinblick auf Mißbildungen, Totgeburten und geringere Zahl von Knabengeburten Hinweise dafür, »daß die überlebenden Bombenopfer sogar recht erhebliche Erbschäden in ihren Keimzellen davongetragen haben . . .« *(Kaplan)*. Das steht im Gegensatz zu dem offenbar politisch gefärbten Interview mit dem Direktor der amerikanischen Untersuchungskommission von 1955 *(Holmes)*.

Alle Erhebungen über erbändernde Wirkungen aus dem japanischen Unglück müssen mit Vorsicht beurteilt werden, weil die Unauffälligkeit in der ersten und zweiten Nachfolgegeneration keineswegs beweisend ist. Man kann sich leider auch bei den wissenschaftlich korrekten, aber eben auf das augenblickliche Erscheinungsbild abgestellten Untersuchungen von *Schull* und *Neel* des Eindrucks nicht erwehren, daß sie sich gut für eine erwünschte Verharmlosung gebrauchen lassen. Gerade kürzlich ist eine Übersichtsarbeit erschienen, die über 5000 Schwangerschaften aus der Zeit von 1948—1953 berücksichtigt, bei denen die Eltern radioaktiver Bestrahlungen ausgesetzt und sogar noch in verschiedenen Graden blutsverwandt waren. Nach ihrem Bericht ergaben sich bisher keine auffälligen radiogenen Schäden bei den Kindern.

Erbänderungen aus der Umwelt der Menschen sind in verschiedenen Berichten erwähnt:

»Die Untersuchungen japanischer Genetiker über genetische Strahleneinwirkungen auf Pflanzen ergaben den Nachweis abnormer Eigenschaften, partieller Sterilität und Mutation. Bei *Oryza sativa*, dem Reis, der wichtigsten Pflanze für Japan, wurde eindeutige Mutation mit Bildung eines neuen Stammes in Hiroshima nachgewiesen. An *Tradescantia puldosa* beobachteten die Japaner Chromosomenbrüche und Chromosomenverklumpungen in den Zellen der Wurzelspitzen. An *Veronia* wurde die Verteilung der Häufigkeit fünfblättriger Blumen untersucht. Dabei wurde in Hiroshima 1950 eine vermehrte Häufigkeit bei Annäherung an das Hypozentrum gefunden, später nicht mehr.« *(Gietzelt)*

Das Moskauer Teststop-Abkommen hat die Welt ein wenig aufatmen lassen, die in schwerer Sorge war und ist, welche Nachfolgeerscheinungen mit den Kernwaffenexplosionen in der Atmosphäre verbunden sein werden. Aber auch die unterirdischen Teste haben neue Fragen aufgerufen.

Die Gesamtzahl aller Explosionen ist leider nicht ganz genau für die Öffentlichkeit zu ermitteln, da die offiziell verkündeten Zahlen nie gestimmt haben und sich erst kürzlich bei den unterirdischen Explo-

sionen, die nach dem Teststop weitergehen, Differenzen aufdecken ließen. Die neueste Zusammenstellung (1964) hat *Bartels* gegeben:

Bis Ende 1962 wurden von allen bisherigen Atommächten nachweisbar 450 Atombomben-Explosionen vorgenommen, die sich wie folgt verteilen:

Jahr	USA	UdSSR	England	Frankreich	Insges.
1945	3	—	—	—	3
1946	2	—	—	—	2
1947	—	—	—	—	—
1948	3	—	—	—	3
1949	—	1	—	—	1
1950	—	—	—	—	—
1951	16	2	—	—	18
1952	10	—	1	—	11
1953	11	2	2	—	15
1954	6	1	—	—	7
1955	15	4	—	—	19
1956	14	7	6	—	27
1957	29	13	7	—	49
1958	67	25	5	—	97
1959	—	—	—	—	—
1960	—	—	—	3	3
1961	9	50	—	1	60
1962	93	39	2	1	135
Insgesamt	278	144	23	5	450

Diese Liste wurde mit Hilfe von Unterlagen amerikanischer und japanischer Freunde nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Sie kann daher keinen Anspruch auf vollständige Genauigkeit erheben. In jedem Fall handelt es sich um Mindestzahlen, da sowohl die Amerikaner wie die Russen nicht alle Atombombenexplosionen wahrheitsgemäß bekanntgegeben haben.

Im Frühjahr 1964 brachte *Bartels* eine weitere Korrektur der Mindestzahlen, da durch die weitergeführten unterirdischen Atomexplosionen — insgesamt 21 nach dem Moskauer Teststop-Abkommen — seit 1945 die Zahl auf 480 Atombombenversuche erhöht wurde.

Bereits vor Jahren konnte man in den physikalischen Instituten nur mitleidiges Lächeln erregen, wenn man die oben angegebenen Zahlen für die Versuche nannte. Zusätzlich wissen wir durch die Kontrolle

des radioaktiven Isotops des Edelgases Krypton 85 in der Atmosphäre *(Haxel)*, daß mehr Plutonium für Bomben hergestellt wird als in den bekannten Atomkraft- und Forschungsreaktoren anfallen kann. Die auf diese Weise entdeckten geheimen Produktionszentren werden ihren Sinn haben, und die sich untereinander überwachenden Atommächte wissen durch solche radioaktiven Verräter gegenseitig recht genau wieviel die andere Seite zusätzlich an Vernichtungssubstanz vorbereitet.

Welche Gefahr mit der Erprobung solcher Bomben verbunden ist, wurde blitzartig durch den Zwischenfall mit dem japanischen Fischerboot und der Bevölkerung der Marshall-Inseln im Mai 1954 erhellt. Vorübergehend ging eine Welle der Empörung und des Mitgefühls um die Welt, aber schon bald wurde das Ereignis von anderen Tagesneuigkeiten überschattet, und es lag natürlich einer ganzen Reihe von Interessentengruppen daran, daß nicht mehr allzuviel darüber diskutiert wurde! Was war geschehen?

»Am 1. Mai, gegen Tagesanbruch, schleppte ein japanisches Fischerboot, das den Namen ›Fakurya Maru‹ (Glücklicher Drache) trug, seine Netze in hundertfünfzig Kilometer Entfernung von Bikini durchs Meer. In der Dämmerung, die dem Tag voranging, sahen die Fischer nicht im Osten, sondern im Westen eine entsetzlich rote Sonne aufgehen. Das höllische Licht verlor sich in einer düsteren Wolke, die den Morgenhimmel weithin verdunkelte. Drei Stunden später begann ein weißer Aschenregen auf das Schiff zu fallen, der Stunden anhielt. Beim größten Teil der Besatzung, die aus dreiundzwanzig Mann bestand, zeigten sich einige Tage später schmerzhafte Brandwunden. Alle litten an Kopfschmerzen und Übelkeit und kehrten eher, als sie vorgesehen hatten, in ihren Heimathafen zurück. Japanische Ärzte, Biologen und Atomspezialisten stellten fest, daß die ganze Besatzung in ernstem Maße an der Strahlungskrankheit litt. Das Schiff selbst und ein Teil der gefangenen Fische, die bereits auf dem Markt verkauft worden waren, zeigten starke radioaktive Erscheinungen. Das erzeugte unter der japanischen Bevölkerung, die vornehmlich von Fisch lebt, alsbald eine Panik.

Weil die H-Bomben-Versuche andauerten, mußten monatelang alle herangeführten Fische auf Radioaktivität untersucht werden. Manchmal mußten ganze Ladungen beschlagnahmt werden; das machte etwa ein Prozent der gesamten Fänge aus. Bei den ersten Ladungen war, wie sich herausstellte, nur die Haut der Fische in Mitleidenschaft gezogen. Allmählich verlagerte sich die Radioaktivität ins Innere der Fische, weil sie radioaktives Plankton gefressen hatten, das durch die Meeresströmung über ein gefährlich großes Gebiet verbreitet worden war.

Ende Mai wurde festgestellt, daß Fische vergiftet waren, die man in einer Entfernung von viertausend Kilometer von Bikini gefangen hatte: Anfang August kam in Tokio Fisch auf den Markt, der Tausende von Kilometern südlich von Bikini gefangen worden war, jedoch eine stärkere Radioaktivität zeigte als alle früher untersuchten Proben.

Am 14. Mai 1954 gab die amerikanische Regierung bekannt, daß eine Reihe von H-Bomben-Versuchen erfolgreich abgeschlossen sei. Am selben Tage wurde einer dieser nicht näher beschriebenen Erfolge bekannt: Die Bevölkerung der Marshall-Inseln hatte eine Bittschrift an die Vereinten Nationen gerichtet, die Versuche zu unterbinden. Ein Teil der Bevölkerung litt an Haarausfall, Brandwunden, Blutarmut und Blutkrebs. Außer zweihundertsechsunddreißig Marshall-Insulanern hatten infolge der Explosion vom 1. März auch achtundzwanzig Amerikaner die Strahlungskrankheit bekommen. In der Petition wurde gleichzeitig über die Verseuchung des Trinkwassers geklagt.

Das war auch in Japan der Fall. Etwa Mitte April und Mitte Mai fielen über ganz Japan Regenschauer von so starker Radioaktivität, daß die Regierung in manchen Gegenden das Trinken von Regenwasser verbieten mußte. Die Filter der Wasserleitungen schienen den größten Teil der Radioaktivität zurückgehalten zu haben. In einzelnen Orten wiesen auch Gras und Kuhmilch Radioaktivität auf. Und das, obwohl Japan fünftausend Kilometer vom Herd der Probeexplosion entfernt lag.

Mitte Mai hatte die japanische Regierung ein radiologisches Untersuchungsschiff in den Stillen Ozean gesandt, um sichere Fischereigründe suchen zu lassen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren erschrekkend. In drei Meeresströmungen waren Seewasser und Plankton über sehr weite Gebiete verseucht. Inzwischen hatte eine Kommission von japanischen Medizinern einen vorläufigen Bericht über den Zustand der kranken Fischer (von denen einer nach acht Monaten starb) herausgegeben. Sie hatten sich Dutzende von Seemeilen außerhalb der von den Atomspezialisten vorgeschriebenen verbotenen Zone befunden; anscheinend wußten die Wissenschaftler nicht genau, was sie taten. Die Kranken wurden durch Bluttransfusionen und Penicillin-Injektionen am Leben gehalten. Die blutbildende Funktion ihres Knochenmarks war um etwa neunzig Prozent vermindert. Die Zahl der Samenzellen, die ihr Körper erzeugte, betrug noch nicht einmal ein Prozent der Normalzahl. Weiter stellte sich heraus, daß viele Samenzellen anomal waren. Selbst, wenn die Kranken gesund wurden, blieb also die Gefahr bestehen, daß sie abnorme Kinder bekommen würden.«

Eine ärztliche Untersuchung von 82 Bewohnern der Marshall-Inseln nach zwei Jahren stammt von *Conrad* (veröffentlicht 1957). Sie waren 160 Kilometer vom Strahlungsort entfernt. Es wurden »Ganzkörperdosen« von Gammastrahlen, Betastrahlen an der Haut sowie innere Strahlung von radioaktiven Stoffen aus Nahrung und Trinkwasser aufgenommen. Außer zum Teil noch sichtbaren Restzuständen von Haarausfällen, schwierigen Hautschädigungen waren wieder die bekannten Blutbildveränderungen vorhanden, die sich angeblich ständig gebessert haben. Als auffällig wird ein Zurückbleiben von Längenwachstum und Körpergewicht bei männlichen Jugendlichen beschrieben. Mädchen scheinen etwas weniger empfindlich zu sein. Noch jetzt werden ständig verschiedene radioaktive Stoffe in »erlaubten« Grenzen ausgeschieden.

»Die Wahrheit über die radioaktiven Niederschläge gelangte erst mit großer Verspätung in die Öffentlichkeit, und auch dann zögerten die Menschen, sich mit ihr auseinanderzusetzen. Wenn das Bombenmodell von 1954 über 18 000 Quadratkilometer den schleichenden Tod verbreiten konnte und die Entwicklung der Kernwaffen im gleichen atemberaubenden Tempo weiterging, dann mußte man erwarten, daß die Modelle von 1957 oder 1960 noch viel stärker sein würden. Während die 15-Megatonnenbombe 1954 »nur« einen 750fachen Hiroshimaeffekt hatte, lagen die Werte von 1960—1962 5000 mal höher (bis 90 Megatonnen) als bei der Hiroshimabombe. —

1942 wurde in Chikago der erste Atomreaktor in Betrieb genommen. Zwanzig Jahre später ist ihre Zahl, nach einem Bericht der amerikanischen Atomenergiekommission bereits auf 518 Reaktoren in der Welt angewachsen. Wenn man die Zwischenbilanz von 1956 mit rund 76 Reaktoren nimmt, dann erkennt man leicht die sich überstürzende Entwicklung.

Für die Bundesrepublik sind nach einer Aufstellung von W. *Kliefoth* 11 Forschungsreaktoren in Betrieb genommen worden. Weitere (4) sind im Bau. Ein Atomkraftwerk läuft in Kahl a. M. und zusätzlich sind Bauten in Jülich, Karlsruhe und Grunderemmingen a. d. D. seit 1961/62 in Ausführung.

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern ist das Programm in der Bundesrepublik relativ bescheiden. Die folgende Tabelle betrifft die Atomelektrizitätswirtschaft in der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom). Sie stellt nur die in den Leistungsreaktoren (Atomkraftwerke) erbrachten Energieausbeuten gegenüber. Dabei hat der einzelne Reaktor meist eine Leistung von 100—200 MW (Megawatt = 100 000 — 200 000 Kilowatt).

Die Atom-Elektrizitätswirtschaft in der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom)

Land	Tatsächlich installierte Leistung am 31. 12. 1963	Voraussichtlich installierte Leistung am 31. 12. 1965
1. Frankreich	305 MW	1 391,5 MW
2. Italien	350 MW	620 MW
3. Bundesrepublik	15 MW	332 MW
4. Belgien	10,5 MW	131,5 MW
5. Niederlande	—	50 MW
6. Luxemburg	—	?
Europäische Atomgemeinschaft	680,5 MW	2 525,0 MW

Wie bereits erwähnt, stimmen die offiziell angegebenen Zahlen über die Reaktoren sicher nur annähernd. Über die Ostblockstaaten und China liegt kein authentisches Material vor. Nicht erfaßt sind die militärischen Reaktoranlagen in U-Booten, Flugzeugträgern und anderen Schiffen. Über den Umfang dieser Produktion ist verständlicherweise durch die Geheimhaltung noch weniger zu erfahren. Einen kleinen Hinweis gab eine Veröffentlichung, die 1957 in den USA erschien und rund 50 Marineeinheiten mit Atomantrieb erwähnte, die größtenteils schon in Dienst gestellt waren. Gerade die erheblichen Tauchtiefen und die ungewöhnlich langen Tauchzeiten mit Hilfe der Atomreaktoren sowie der Bestückung mit Langstreckenraketen haben die U-Boot-Waffe zum bevorzugten Droh- und Abschreckungsmittel gemacht.

Das Atom-U-Boot »Nautilus« hat auf einer 1830 Seemeilen langen Tauchfahrt in 96 Stunden sogar den Nordpol unterquert. Am 4. August 1958, 3.15 Uhr Greenwicher Zeit, glitt die »Nautilus« über den Pol. Diese große seemännische Leistung wurde als ein historisches Ereignis gefeiert.

Schon bald danach erreichten die gleichfalls mit Atomreaktoren angetriebenen U-Boote »Skate« und »Sargo« den Nordpol. Das Atom-U-Boot »Triton« legte 66 500 Kilometer in 84 Tagen unter Wasser ohne ein einziges Mal aufzutauchen zurück. Es stellte damit die ungewöhnlichen technischen Leistungsmöglichkeiten unter Beweis.

Die für den Abschuß von Polaris-Raketen eingerichteten U-Boote können davon 16 Stück an Bord nehmen. Während die ursprüngliche Reichweite der Raketen mit etwa 3000 Kilometern angegeben wurde,

dürfte sie 1964/65 bereits bei über 5000 Kilometern liegen. Ähnlich ist die Steigerung der Vernichtungskraft in einem nuklearen Sprengkopf. Ursprünglich auch schon von einer Stärke, die höher als 30 Hiroshimabomben war, wurde sie in der letzten Zeit erneut um ein Mehrfaches »verbessert«.

Die vor kurzem verfügbaren 11 US-Polaris-Unterseeboote könnten ca. 35 Millionen Menschen vernichten, gab USA-Flottenminister *Nitze* bekannt. Bis 1967 würden 37 weitere U-Boote gleicher Bauart verfügbar sein!

In den USA, der Sowjetunion, Großbritannien und anderen Ländern, in denen die Atomforschung schon fortgeschritten ist, wird nach Mitteilung des Generaldirektors der Internationalen Arbeitsorganisation, David A. Morse, an der Entwicklung von Flugzeugen mit Atomantrieb gearbeitet. Als das schwierigste, noch zu lösende Problem bezeichnet Morse das große Gewicht der Schutzvorrichtung für die Fluggäste.

Die immer weiter ansteigenden Geschwindigkeiten der Raketen (siehe Tabelle) werden in Zukunft nur mit Hilfe von Kernenergie zur reinen Weltraumschiffahrt hinüberführen können.

Auf anderen Gebieten (Eisenbahn, Lastwagen, Personenautos) ist man ebenfalls bemüht, mit Hilfe der Kernenergie die bisherigen Antriebsverfahren zu verbessern.

Da praktisch von allen chemischen Elementen ihre radioaktiven Spiegelbilder (= radioaktive Isotope) herzustellen sind, bietet sich ihre Massenverwendung in der Industrie geradezu an. Es wird später näher auf die Verwendung für Kontrollmethoden, Meßverfahren, Materialprüfungen eingegangen. Auch in der Landwirtschaft und der allgemeinen und speziellen biologischen Forschung sowie in der Medizin und in verwandten Fächern hat der Umgang mit der ionisierenden Strahlung eine Ausweitung erfahren, die für den beängstigend wirkt, der einmal ernsthaft die biologischen und erbbiologischen Konsequenzen durchdenkt.

Die wenigen nüchternen Tatsachenaufzählungen sollten nur zeigen, daß die Beschäftigung mit Fragen der Radioaktivität — ganz gleich, ob sie vom militärischen oder friedlichen Arbeitsbereich in unsere Umwelt eindringt — im wahrsten Sinne des Wortes zu einem »Kernproblem« unserer Zeit geworden ist. Man kann sagen, daß wir insgesamt als Menschheit vor eine Entscheidung gestellt sind, die über zukünftiges Weiterleben oder Artentod bestimmen wird. Wir können ihr nicht ausweichen, da der Taumel des anscheinend unbegrenzten Fort-

schrittes die Menschen in ihrer Mehrheit erfaßt hat und alle gebotene Vorsicht vernachlässigt wird.

Leider neigt man auch dort, wo instinktiv die heraufziehende Gefahr gespürt wird, noch immer dazu, lieber den Beschönigungs- und Beruhigungsparolen Gehör zu schenken. Die lästigen Warner, die einen aus der gerade wiedergewonnenen Bequemlichkeit und dem Sicherheitsgefühl aufstören wollen, sind nicht gefragt. Außerdem macht es sogar einige Mühe, die mit der Radioaktivität zusammenhängenden Gefahren zu erkennen, da man sich ein bestimmtes Grundwissen erwerben muß. Wer tut das heute schon, wenn man durch solch ein Wissen nichts Besseres erreichen kann als eine Beunruhigung, verbunden mit dem fatalen Gedanken, daß man dieses Schicksal nicht abzuwenden vermag? Soll man sich das tägliche Sorgenbündel noch schwerer machen?

Es ist in der Tat nicht ganz leicht, selbst einen halbwegs gebildeten Laien auf verschlungenen Pfaden durch ein Gebiet zu leiten, das wissensmäßig unübersehbar voller Tücken und Fallen ist und auf dem die lockenden Irrlichter tanzen wie auf einem verhängnisvollen Sumpf. Aber der Versuch einer allgemeinverständlichen Aufklärung muß gemacht werden, er wird diktiert vom Gewissen. Selbst auf die Gefahr hin, daß durch bewußte Vereinfachung hier und da eine leichte Verzerrung in Einzelheiten entstehen mag, muß um der Deutlichkeit des Gesamtbildes willen eine solche Darstellung gewagt werden!

Heißer Krieg mit der Kernenergie

In der Theorie war alle Welt immer darin einig, daß die angewandte Wissenschaft für den Menschen da ist und nicht der Mensch für die angewandte Wissenschaft.

A. Huxley

»Ruhet in Frieden; denn wir werden den Fehler nicht wiederholen!« – so steht es auf dem Denkmal für die ersten Atombombenopfer in Hiroshima. Rund 150 Jahre vorher hatte *Jean Paul* in seinen »Dämmerungen für Deutschland« vorausahnend geschrieben: »Der Krieg kommt endlich selber am Kriege um; seine Vervollkommnung wird seine Vernichtung, weil er sich seine Verstärkung abkürzt. Es muß zuletzt nicht wie jetzt statt siebenjähriger siebentägige, sondern statt dreißigjähriger dreißigstündige Kriege geben... Wer bürgt unter den unermeßlichen Entwicklungen der Chemie und Physik dagegen, daß endlich eine Mordmaschine erfunden werde, welche wie eine Mine mit einem Schusse eine Schlacht liefert und schließt, so daß der Feind nur den zweiten tut und so gegen Abend der Feldzug abgetan ist?«

Die totale Kriegsführung im letzten Weltkrieg forderte insgesamt an Verlusten bei Militärpersonen 26,8 Millionen und an Zivilisten 24,8 Millionen, insgesamt 51,6 Millionen Menschen!

Dieses erschütternde Ergebnis wurde mit Waffen erreicht, die gegenüber den Wasserstoffbomben wie kriegstechnisches Mittelalter anmuten. Man muß sich schon einmal rechnerisch vor Augen führen, welch eine sich überstürzende Entwicklung die erst am Ende des letzten Krieges eingesetzten Höllenwaffen genommen haben:

1 Hiroshima-Bombe . .	= 20 KT (Kiloton) Sprengwirkung	= Bombenlast von 5000 Flugzeugen (B 29) = 24 000 Artilleriegranaten 10,5 cm
250 Wasserstoffbombe 1952 . .	= 5000 KT (oder 5 Megatonnen Sprengwirkung)	= Bombenlast von 1 250 000 Flugzeugen = 6 000 000 Granaten
750 Wasserstoffbombe 1954 . .	= 15 000 KT (oder 15 Megatonnen Sprengwirkung)	= Bombenlast von 3 750 000 Flugzeugen = 18 000 000 Granaten

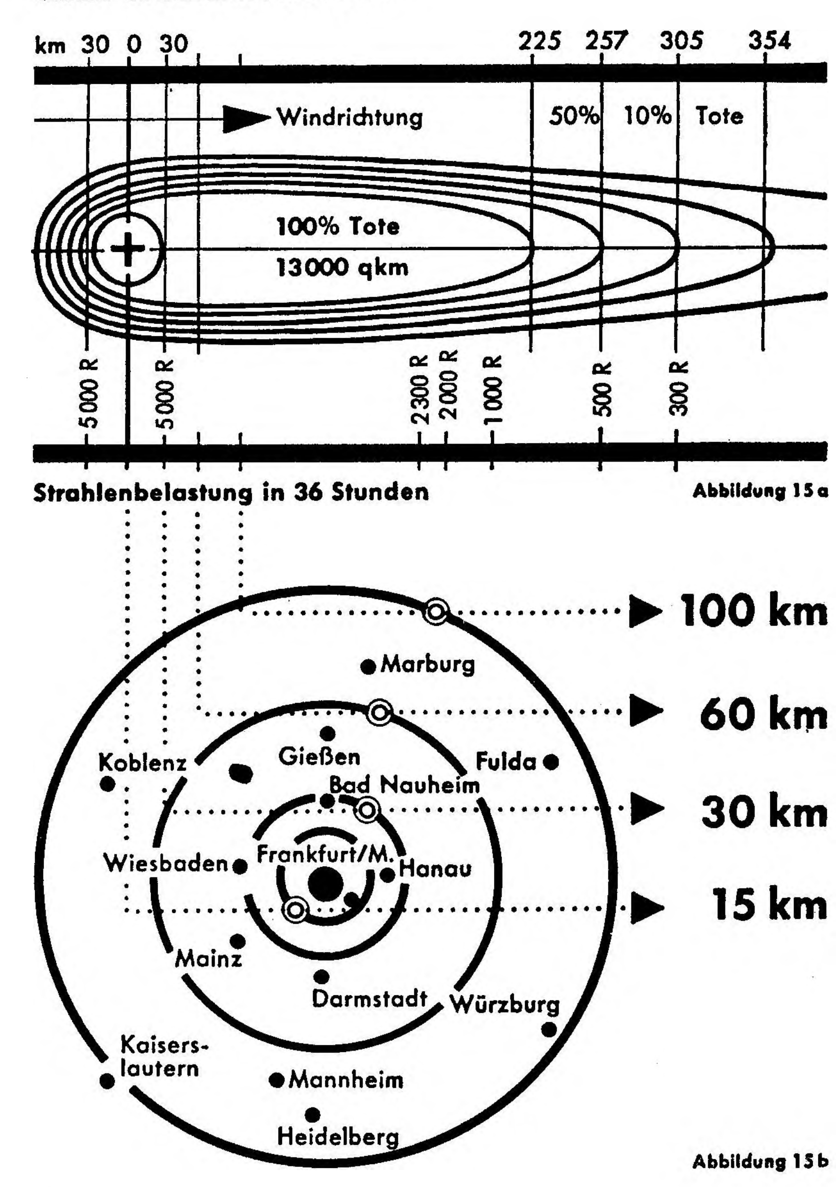


Abbildung 15a

Abbildung 15b

2 250 Wasserstoffbombe 1955	= 45 000 KT (oder 45 Megatonnen Sprengwirkung)	= Bombenlast von 11 250 000 Flugzeugen = 54 000 000 Granaten
5000 Dreiphasenkernwaffe 1962	= 90 000 KT (oder 90 Megatonnen Sprengwirkung)	= 22 500 000 Flugzeuge = 108 000 000 Granaten

Neben den direkten Sprengwirkungen und den dabei auftretenden gewaltigen Hitzegraden entsteht eine ungeheure Verseuchung durch radioaktive Spaltprodukte. Sie überzieht nach den Erfahrungen von Bikini 1954 in aller Kürze eine Fläche von 20 000 km² (siehe Abb. 15 a/b). Neben die wissenschaftliche Darstellung habe ich ein bekanntes praktisches Beispiel gestellt. Diese allgemein verbreiteten Zeichnungen sind wegen der Windverschiebung in der verseuchten Zone weniger zutreffend. Im übrigen ist es natürlich sinnlos, in diesen Größenordnungen darum zu streiten, ob voraussichtlich 2000 oder 3000 km² mehr oder weniger durch eine Bombe verseucht sein werden. Zweifelsohne muß man damit rechnen, daß die Großmächte noch weit entsetzlichere Kernwaffen bereithalten, wenn sie schon so weit gegangen sind, *diese* Wirkungen bekanntzugeben. Bei jeder Bombenexplosion entstehen kurzlebige und langlebige Spaltprodukte. Die Berechnungen (Tabellen) sind an Hand der langlebigen radioaktiven Substanzen erfolgt, obwohl natürlich auch die nur kurz wirksamen Spaltprodukte Strahlenschäden großen Umfangs setzen, da sie rund 48 Prozent der gesamten auftretenden Radioaktivität ausmachen. Die anderen 52 Prozent werden von den langlebigen Substanzen gebildet, unter ihnen befindet sich das so oft zitierte Strontium 90 und Caesium 137. Die Angaben auf der beigefügten Aufstellung beziehen sich nur auf die Hiroshima-Bombe und sind daher unvollständig. Sie zeigen aber auf relativ einfach-übersichtliche Weise, daß der Atomstaub direkt nach der Explosion eine erheblich andere Zusammensetzung hat als längere Zeit danach.

Nach etwa einer Stunde:	Nach einem Tag:	Nach einer Woche:	Nach einem Monat:	Nach 6 Mon. bis 1 Jahr:
Seltene Erden	Seltene Erden	Seltene Erden	Seltene Erden	Seltene Erden
Tellur	Jod	Jod	Barium	Kolumbium
Barium	Zirkon	Tellur	Zirkon	Zirkon
Jod	Kolumbium	Barium	Strontium	Strontium
Rubidium	Zenon	Molybdän	Rutenium	Rutenium
Krypton	Strontium	Xenon	Rhodium	Rhodium
Strontium	Molybdän	Zirkon	Kolumbium	Barium
Xenon	Tellur	Strontium	Jod	
Molybdän	Rhodium	Rutenium	Xenon	

Insgesamt, das heißt einschließlich der kurzlebigen Strahler, rechnet man mit dem Auftreten von rund 180 Spaltprodukten bei jeder Atombombenexplosion!

Langlebige Spaltprodukte, die nach jeder Kernexplosion der schweren Elemente U 235 und Pu 239 in der Atmosphäre verteilt werden:

Isotope	Halbwertszeit	β Strahlung	γ Strahlung	Anteil bei der Spaltung in %
Xenon 133	5,3 Tage	+	+	6
Jod 131	8,0 Tage	+	+	2,8
Ruthenium 106+Rhodium 106	1 Jahr	+ + +	+	0,5
Krypton 85	10 Jahre	+	+	0,24
Neodym 147	11 Tage	+	+	2,6
Barium 140 + Lanthan 140	12,8 Tage	+ +	+	6,1
Cer 144 + Praseodym 144	275 Tage	+ + +	+ +	5,3
Caesium 137 + Barium 137	33 Jahre	+ +	+	6
Strontium 89	53 Tage	+ +	–	4,6
Strontium 90 + Yttrium 90	25 Jahre	+ + +	–	5

Isotope mit besonders großer Halbwertszeit (T in Jahren)

Isotope	Halbwertszeit	β Strahlung	γ Strahlung	Anteil bei der Spaltung in %
Selen 79	60 000	+	–	0,04
Zirkon 93	1 000 000	+	–	6
Palladium 107	7 000 000	+	–	0,1
Jod 129	20 000 000	+	+	1
Caesium 135	3 000 000	+	–	6

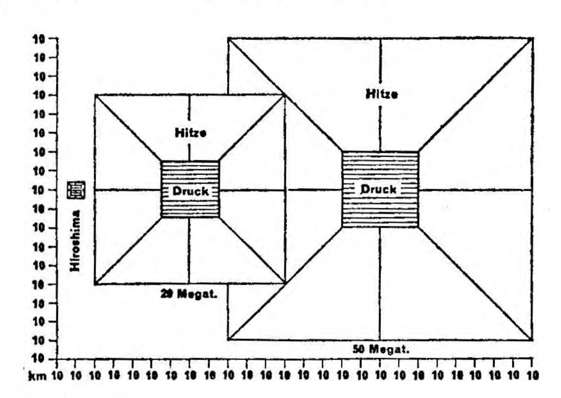
Abgeändert nach Rajewsky »Strahlendosis und Strahlenschutz«, Tabelle 05

In der »Deutschlandfibel« läßt sich nachlesen, daß im Durchschnitt in der Bundesrepublik auf einem Quadratkilometer 201 Menschen leben. Das Ruhrgebiet hat mit mehr als 1000 Einwohnern auf jedem Quadratkilometer die größte Bevölkerungsdichte Europas. In den Nachbarländern ist die Bevölkerungsverteilung nicht wesentlich anders. Eine einzige H-Bombe vermag daher ohne Einbeziehung der gar nicht zu berechnenden Spätverluste durch langlebige Radioaktivität je nach dem Ort der Explosionen zwischen 3 und 10 Millionen Menschen auf einen Schlag umzubringen. 5 H-Bomben auf dichtbesiedelte Gebiete sind demnach imstande, ebenso viele Menschen in einem einzigen

Augenblick zu töten, wie im ganzen vorigen Weltkrieg zusammen umgekommen sind. Es ist auch ganz klar, daß es bei einem solchen Massenvernichtungsmittel keine Trennung mehr zwischen militärischen und anderen Zielen geben kann. Sie ähneln vielmehr — wie man einmal sehr richtig betont hat — den chemischen Ungeziefervernichtungsmitteln, und »sie erzwingen eine Betrachtung und Behandlung der Menschen des gegnerischen Volkes als ausrottenswertes Ungeziefer«. Bei mehreren Atommanövern, unter anderem schon bei dem berüchtigten »Kriegsspiel ›Cäsar und Schwarzer Löwe‹« im Frühjahr 1957, wurde theoretisch mit dem Abwurf von mehr als 100 Atombomben über Europa gerechnet. Wie mag die bisher immer die Manöver an Furchtbarkeit übertreffende Wirklichkeit aussehen? — Es geht einfach über unser Vorstellungsvermögen!

Hier muß zusätzlich eingefügt werden, daß sich in den letzten Jahren ein Auffassungswandel über den Einsatz von Superbomben ergeben hat. Aus der Beobachtung ließ sich bei den übergroßen Kernwaffen errechnen, in welch verschiedener Steigerung Explosionskraft, Hitze- und Druckentwicklung anwachsen.

Hitze breitet sich schneller aus (Anstieg in der Quadratwurzel) als der Druck (Zunahme in der Kubikwurzel).

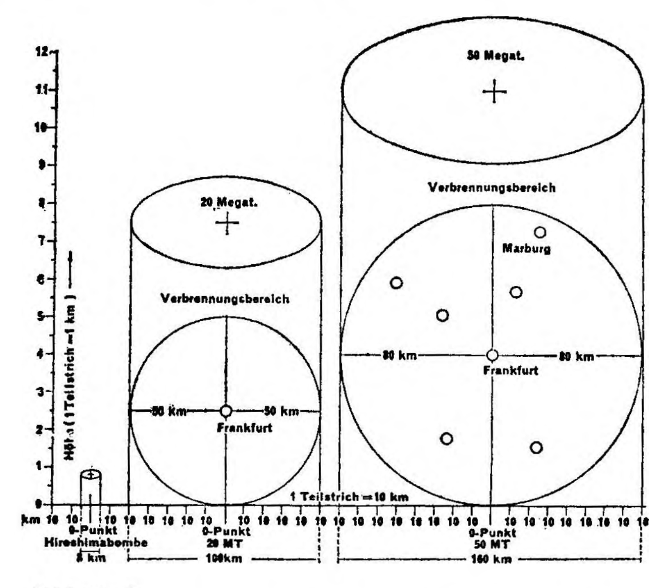


Zeichnung 1

Orientierungsskizze über das Zurückbleiben der Druckwelle (dunkles Innenquadrat) gegenüber dem großen Hitzeradius bei Superbomben (jeder Teilstrich entspricht 10 km).

Außerdem wird der Hitzebereich je nach dem Explosionspunkt der Superbombe in der Atmosphäre verschieden groß und kann über weite Gebiete jedes Leben auslöschen. So kann man der Zeichnung ent-

nehmen, daß eine 20-Megatonnen-Bombe in der optimalen »Verbrennungshöhe« gezündet auf ca. 10 000 Quadratkilometer bis 100 Grad Hitze an der Erdoberfläche erzeugt.



Zeichnung 2

Gegenüberstellung der möglichen Hitze- und Verbrennungsbereiche bei Höhenzündung der Superbomben.

Aber auch die sich steigernden Geschwindigkeiten von Flugzeugen und Raketen, die den Vernichtungsschlag in das gegnerische Gebiet tragen sollen, überfordern unsere technische Phantasie. Die Bombenflugzeuge am Ende des letzten Weltkrieges, die der Schrecken der deutschen Bevölkerung waren, hatten mit ihren 400 Kilometern Reisegeschwindigkeit ein wahres Schneckentempo gegenüber den heute gebrauchten Maschinen und Raketen. Bei den modernen Flugzeugtypen (Lockhead, Grumman, Dassault, Saunders) liegt die Höchstgeschwindigkeit bei über 2000 Stundenkilometern. Die ersten künstlichen Satelliten, die vielbesprochenen und beschriebenen »Sputniks«, hatten eine Stundengeschwindigkeit von fast 30 000 Kilometern. Obwohl zur Zeit des Beginns des russisch-amerikanischen Wettlaufs noch abgestritten wurde, daß die Satelliten Atombombenträger sein könnten, zweifelt heute wohl niemand mehr daran. Über die Steigerungsmöglichkeiten der Geschwindigkeiten unterrichtet uns die Aufstellung:

Propeller-Kolben-Triebwerke	bis	600 km/h
Propeller-Turbinen-Triebwerke	„	800 km/h
Turbinenstrahltriebwerke	„	2 000 km/h
Turbinenstaustrahltriebwerke	„	3 000 km/h
Staustrahl-Triebwerke	„	6 000 km/h
Chemische Feststoffraketen	„	28 000 km/h
Chemische Flüssigkeitsraketen	„	50 000 km/h
Thermische Atomraketen	„	100 000 km/h
Elektrische Ionenraketen	„	500 000 km/h

und Photonenraketen ohne Geschwindigkeitsgrenzen.

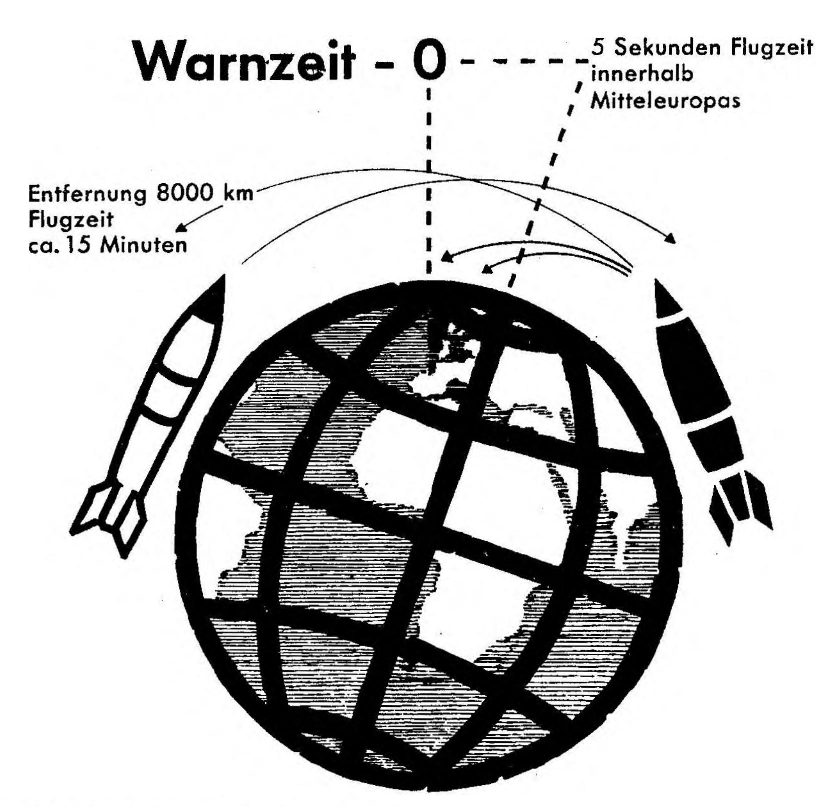
Nimmt man nur den Stand vom Herbst 1957, so ergibt sich ein Anstieg der Anfluggeschwindigkeit seit 1945 von

$$400 : 30\,000 = 1 : 75.$$

Während man bislang die Reichweite der Raketen mit 3000 Kilometer für einigermaßen begrenzt hielt, ist durch die Interkontinental-Raketen (8000—12 000 Kilometer) und die künstlichen Erdsatelliten kein Ort der Erde mehr sicher.

Man braucht keine besonderen militärischen Kenntnisse, um zu verstehen, daß die bekannten Geschwindigkeiten für den europäischen Raum bei ständiger Wachsamkeit nur Sekunden für eine Luftabwehr (man nennt 5 Sekunden!) zur Verfügung stellen. Damit sind wir praktisch für die Zivilbevölkerung bei der Warnzeit 0 angekommen. Wird der Tod wirklich einmal geschossen, dann trifft er uns an der Stelle, wo wir gerade liegen, stehen oder gehen!

Es ist klar, daß im Kriegsfall unter solchen Bedingungen jede menschliche Reaktion zu spät kommen muß. Daher ist in die Kriegstechnik auch das automatische Gehirn (elektronengesteuert) eingebaut worden. Obwohl alle derartigen Vorkehrungen natürlich streng geheim gehalten werden und Einzelheiten nicht allgemein bekannt sind, ist doch einiges durchgesickert. So gibt es zur automatischen Auslösung eines Gegenschlages bei einem Atomüberfall ein System von verstreuten Meßstellen, die eine über einen bestimmten Pegel hinaus ansteigende Radioaktivität an die automatische Registrierstelle melden. Von dort wird dann der von langer Hand vorbereitete und auf bestimmte Ziele ausgerichtete Gegenschlag ausgelöst, ohne daß eine menschliche Zwischenhandlung notwendig wird. Das Elektronengehirn bestimmt die Vergeltung. Das Vertrauen des Menschen in die Unfehlbarkeit seiner technischen Einrichtungen ist so groß geworden, daß er ihnen die Entscheidung über sein Wohl und Wehe fast bedingungslos übergibt. Er scheint sich darin auch nicht beirren zu lassen, obwohl er



Die Geschwindigkeit moderner Raketen und Erdsatelliten beträgt 28 -30 000 km/std. Damit ist eine rechtzeitige Warnung der Bevölkerung unmöglich geworden.

Abbildung 16

beinahe tagtäglich mehr oder weniger massive Warnungen erhält, wenn beispielsweise ferngesteuerte Raketen ausbrechen, Radargeräte versagen und Schiffsunglücke verursachen und so weiter.

In diesem Zusammenhang ist es wertwoll zu wissen, wie ein Mann der Technik (Dr. P. vom Düsenantriebslabor der Technischen Hochschule in Kalifornien) sich die Anfangsphase eines Krieges der Zukunft vorstellt:

»Die modernen Fernraketen brauchen etwa eine halbe Stunde, um von Kontinent zu Kontinent über die Ozeane zu reisen. Bruchteile von Sekunden sind also entscheidend, wenn die Verteidigung wirk-

sam werden soll. Eine Arbeit, die nur noch von Elektronengehirnen bewältigt werden kann.«

Nach Dr. Pickering werden die Langstreckenradarschirme ein Objekt im Raume im Anflug auf den amerikanischen Kontinent sichten. Sie übertragen ihre Beobachtung auf ein Elektronengehirn, das mit der Geschwindigkeit eines Blitzes festzustellen hat, ob es sich um eine feindliche Rakete, einen Meteor oder einen ungefährlichen Satelliten handelt. Mit der Identifizierung der feindlichen Rakete setzt das Elektronengehirn zugleich automatisch den Apparat der Abwehr in Bewegung. Die Antiraketen und für den Gegner bestimmte Ferngeschosse müssen bereits durch die Stratosphäre jagen, bevor die feindliche Rakete ihren Zielort erreicht hat. Ehe nämlich ein menschliches Gehirn Zeit gefunden haben würde, die Rechnung seines elektronischen Roboters zu überprüfen, wäre schon die Detonation der feindlichen Rakete erfolgt, und die Verteidigungsrampen wären zerstört. Das Schicksal der Menschheit, so meinte Dr. Pickering, werde in Zukunft von der Genauigkeit einiger Radargeräte und Elektronengehirne abhängen. Schon das Versagen einer einzigen Vakuumröhre könne den Untergang der Menschheit heraufbeschwören.

Zwei Dinge stimmen bei dieser Darstellung nicht. Einmal ist das keine Utopie mehr, sondern hätte bereits grausame Wirklichkeit werden können, wie durch eine Enthüllung des amerkanischen Senators *Flanders* bekannt wurde: Er berichtete, daß die vorgeschobenen Radarstationen der US-Luftwaffe vor einiger Zeit den Anflug mehrerer Geschwader unbekannter Bomber mit Überschallgeschwindigkeit verzeichneten. Die Radarstationen an der amerikanischen Küste bestätigten diese Meldung. Schon hatte das Strategische Luftkommando der USA höchste Alarmstufe. Lediglich, weil der Kommandeur des Strategischen Bomberkommandos, General *Power*, einfach nicht glauben wollte, die letzten Tage der Menschheit seien angebrochen, wurde der amerikanische Atomschlag gegen die Sowjetunion nicht ausgelöst. Wenig später stelle sich dann heraus, daß die Radarstationen einem technischen Irrtum zum Opfer gefallen waren.

Auch der Abschuß eines amerikanischen Aufklärers über der Sowjetunion im Frühjahr 1960 mit seinen militärischen Nachreaktionen zeigt, wie gefahrgeladen bereits unsere Gegenwart ist. Der sowjetische Marschall *Malinowski* ordnete an, daß die Raketenstreitkräfte sofort gegen alle Stützpunkte zurückzuschlagen hätten, von denen ausländische Flugzeuge in den sowjetischen Luftraum eindringen würden. Damit ist sogar die Entscheidung für eine möglicherweise kriegsauslösende Handlung in untere Dienststellen abgegeben.

Der zweite Irrtum liegt in der Bezeichnung »ungefährlicher Satellit«. Man hat immer die militärische Bedeutung der Raumfahrt abstreiten wollen, aber ein hoher amerikanischer Offizier *(Boushey)* hat sich ausführlich zu dem Thema geäußert: Wer den Mond beherrscht, beherrscht die Erde. Er kommt zu folgender Überlegung:

»Der wichtigste Vorzug eines Mondstützpunktes läge jedoch darin, daß man von ihm aus jederzeit einen Vergeltungsschlag führen kann. Gesetzt den Fall, wir besäßen einen solchen Stützpunkt auf dem Mond, dann müßten die Sowjets entweder zwei oder zweieinhalb Tage vor einem Angriff gegen das kontinentale Amerika von Rußland aus einen umfassenden Atom-Angriff gegen den Mond eröffnen, — dessen rechtzeitige Wahrnehmung den Beobachtern auf der Erde einfach nicht entgehen kann — oder die Sowjets müßten umgekehrt zuerst das kontinentale Amerika angreifen, was 48 Stunden später unausweichlich die sichere und massive Zerstörung des Angreifers vom Mond aus nach sich ziehen würde. Man hat gesagt, daß ›derjenige, der den Mond beherrscht, auch die Erde beherrschen wird‹. Unsere verantwortlichen Planer mögen diesen Satz gründlich durchdenken; denn wenn er wahr sein sollte — und ich bin nur einer von vielen, die glauben, daß er wahr ist! — dann müssen eben die Amerikaner den Mond beherrschen.«

Da wir jedoch so weit noch nicht sind und da eine Überraschung nicht ausgeschlossen ist, hat man dauernd eine Bomberflotte in der Luft, die Waffen mitführt, deren Vernichtungskraft mit Folgeerscheinungen ins Unvorstellbare geht.

Leider bringen solche weltweiten »Sicherheitspatrouillen« atombeladener Flugzeuge, selbst wenn diese Waffen entschärft sind, erhebliche Gefahren für die »geschützte« Bevölkerung. Einiges ist schon passiert. Genaues erfährt die Bevölkerung aus Geheimhaltungsgründen nicht.

»So haben sich führende englische medizinische Zeitschriften veranlaßt gesehen, die Frage aufzuwerfen, was für Schädigungen beim Absturz eines Flugzeuges mit ›inaktiver‹ H-Bombe zu befürchten sind. Insbesondere der Leitartikel ›Crashed Atom Bombs‹ des British Medical Journal verhehlt nicht, daß, wie auch der ›New Scientist‹ betont, mannigfache und schwerwiegende Unklarheiten über die Gefahren bestehen. Vor allem wird beanstandet, daß die Ärzte nicht darüber informiert sind, was sie bei einem solchen Unglück zu tun hätten.

»Die Hauptquelle der radioaktiven Gefahr bleibt das Plutonium. Dieser Stoff kommt in der Natur nur als eine außerordentlich geringe Beimengung des Uraniums vor (1:100 Millionen). Das bei der Atom-

waffe verwendete Plutonium wird in Atomreaktoren hergestellt. Das Plutonium wird schon bei normaler Temperatur oxydiert, um so mehr kann man damit rechnen, daß es durch das beim Zerschellen des Flugzeugs entstehende Feuer sich weitgehend, ja vollständig oxydiert und über ein mehr oder weniger großes Gebiet ausbreitet. Plutonium zerfällt unter Aussendung von Helium-Kernen (Alpha-Strahlen), die in der Luft einen Aktionsradius von nur 5 Zentimeter haben. Sie bedeuten also keine Gefahr. Allerdings kann diese äußere Strahlung durch weiche Gammastrahlen erhöht werden. Plutonium ist einer der giftigsten Stoffe, die wir überhaupt kennen.

Es ist unmöglich, eine Schätzung der Zahl von Menschen zu geben, die bei einem Absturz eines H-Bomben-Flugzeugs der Schädigung durch Plutonium ausgesetzt würden. Alles hängt davon ab, wie dicht die Bevölkerung im Gebiet der Unglücksstelle ist, welches Ausmaß und welche Dauer das Feuer hat, wie die atmosphärischen Bedingungen sind und wie die Bombe beschaffen ist. Doch ist es denkbar, daß unter manchen Umständen die Verseuchung derart intensiv wäre, daß man ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern von Menschen evakuieren, das Vieh töten und Landwirtschaftsprodukte vernichten müßte. Das betroffene Gebiet bliebe eine Gefahrenzone, so lange, bis es wieder entseucht ist. Das könnte eine sehr lange Zeit dauern, zumal die künstliche Entseuchung außerordentlich schwierig ist. Zur radioaktiven Gefahr käme noch die chemische Toxität der verstreuten großen Uranium-Mengen hinzu.

Die möglichen militärischen Konsequenzen derartiger Zwischenfälle hat die russische Seite ziemlich offen erörtert: »Radio Moskau hatte am Mittwochabend nach dem Atombombenzwischenfall vor einem Ausbruch des dritten Weltkrieges auf Grund eines tragischen Irrtums gewarnt. Seit 1954 hätten amerikanische Bomber schon neun Atombomben verloren. Eines Tages werde eine solche ›Unfallbombe‹ explodieren und Tod und Vernichtung bringen. Dann werde es zu dem möglichen ›Gegenschlag‹ kommen, der, durch einen Irrtum ausgelöst, die ganze Welt in Brand stecken könne. Sollte sich eine Atomexplosion in den heißeren Gebieten, etwa in den Grenzgebieten zwischen den beiden Militärblöcken ereignen, so weiß der Himmel allein, was geschehen würde.«

Schon bei dem früher gegebenen kurzen Überblick über die Erweiterung der atomaren Waffengattungen ließ sich erkennen, daß man unbedingt gewillt ist, in einer künftigen Auseinandersetzung von ihnen Gebrauch zu machen. Man lebt von der Hoffnung eines »begrenzten« Atomkrieges und meint, daß Atomartillerie und nukleare Gewehr-

granaten vor dem großen Höllenblitz schützen würden. Aber man überschlage einmal nüchtern rechnerisch den Effekt einer solchen Gewehrgranate von 1 Kiloton Sprengwirkung: sie entspricht darin 1000 bis 1500 Artilleriegranaten von 10,5 Zentimeter! Es müßte dazu gerechnet werden die radioaktive Verseuchung, die bei kleinen Atomgeschossen relativ höher ist als bei großen Bomben. In bezug auf die Strahlenwirkung ist es also nicht gleichgültig, ob ich 5000 Gewehrgranaten verschieße oder eine Wasserstoffbombe »alten« Typs (1952) verwende. Die Gesamtverseuchung wird aus vielerlei Gründen im ersteren Fall sogar erheblich größer sein.

Nun hört man trotz der bis ins einzelne gehenden Planungen immer wieder die Meinung, daß es nicht zur Anwendung dieser Art von Waffen kommen werde. Meist geschieht es mit dem Hinweis auf den Nichtgebrauch des Gases im zweiten Weltkrieg. *B. v. Bonin* hat dazu bemerkt:

»... ob im Falle eines neuen Weltkrieges die Atomwaffen überhaupt in Anwendung gebracht würde, läßt sich nicht schlüssig beantworten. Der in diesem Zusammenhang häufig zitierte Vergleich mit der Nichtanwendung der an sich auf beiden Seiten vorhandenen gewesenen Gaskampfmittel während des zweiten Weltkrieges hinkt sehr stark. Eine Analogie gibt es hier nach meiner Auffassung nicht; denn Hitler konnte es gar nicht mehr wagen, zum Mittel des Gaskrieges zu greifen, nachdem die Überlegenheit der deutschen Luftwaffe schon frühzeitig dahingeschwunden war. Und die Alliierten hatten es gar nicht nötig, diese psychologische Belastung und die, wenn auch geringe, zusätzliche Gefährdung ihrer Truppen und ihrer Bevölkerung durch deutsche Vergeltungsmaßnahmen in Kauf zu nehmen, da sie mit Anwendung von hochexplosiven Spreng- und Brandbomben den gleichen, nach ihrer Meinung sogar größeren Erfolg erzielen konnten.

So, wie es gegenwärtig aussieht, ist weder ein heißer Krieg weltweiten Umfanges ausgeschlossen, noch kann die Frage, ob im Rahmen einer bewaffneten Auseinandersetzung Atomwaffen zur Anwendung kommen, verneint werden. Was das letztere betrifft, so deutet alles darauf hin, daß die Amerikaner notfalls zum Einsatz nuklearer Waffen entschlossen sind. An der gleichen Entschlossenheit der Sowjets und an ihrem Vermögen, Gleiches mit Gleichem zu vergelten, sollte man nicht zweifeln.«

Dean, der Vorsitzende der US-Atomenergiekommission von 1951 bis 1953, schreibt:

»Tatsächlich verfolgten die im Jahre 1951 und seither abgehaltenen Versuche den Zweck, neue Arten von Atomwaffen zu entwickeln, die

von der Infanterie und den sie unterstützenden Luftverbänden sowie von der Marine gebraucht werden können. Viele Truppen wurden in Amerika bereits nach diesen neuen Einsatzmöglichkeiten ausgebildet.

Das Gespenst von Hiroshima und Nagasaki kann und darf uns vom Einsatz taktischer Atomwaffen gegen angreifende Truppenverbände nicht zurückhalten. Das Massenmorden von Tausenden unschuldiger Frauen und Kinder ist die Vorstellung, die man mit dem strategischen Abwurf einer Atombombe verknüpft und die die Völker mehr als je zuvor gegen alle kriegerischen Gedanken einnimmt. Diese Vorstellung hat jedoch nichts mit der taktischen Verwendung von Atomwaffen gegen angreifende Truppen zu tun. Napalm zum Beispiel — geliertes Benzin, das man als Brandmittel verwendet — ist eine fürchterliche Waffe, und doch kam es nie zu einer internationalen Verurteilung ihres Einsatzes auf Kriegsschauplätzen. So glaube ich auch nicht, daß die taktische Anwendung von Atomwaffen einer anderen Reaktion begegnen wird. Wir sollten daher keine falschen Schuldkomplexe züchten, sondern froh sein, daß wir einen Weg gefunden haben, künftigen Aggressionsakten zu widerstehen, ohne dadurch gleich die schrecklichen Folgen eines totalen Atomkrieges heraufzubeschwören.«

Es war also nur folgerichtig, wenn Anfang 1958 die Öffentlichkeit damit überrascht wurde, daß General *Gavin* die Konstruktion einer Art Panzerfaust mit Atomkopf bekanntgab und *Compton* fast gleichzeitig die Herstellung einer Gewehrgranate mit nuklearer Ladung. Wir lesen darüber:

»Die Plutonium-Gewehr-Granate, in ihrem Kern eine nicht mehr als tennisballgroße Kugel, mag eine Vernichtungskraft von 1000 Tonnen TNT entwickeln. Wenn damit erst Schützen in Linien zu schießen beginnen, werden ganze Länder in Asche zerfallen.«

In dem Lehrbuch für die amerikanische Atomarmee von *Reinhardt* und *Kintner* wird im Geleitwort des US-General Manton S. *Eddy* die Benutzung der Atomkernenergie zur kriegerischen Verwendung sozusagen als eine natürliche Fortentwicklung technischer Möglichkeiten hingestellt. Auf Seite 32 des aufschlußreichen Buches heißt es: ». . . daß wir bereit sein müssen, bei Ausbruch eines Krieges ersten Ranges unter besten Angriffsweisen Gebrauch von Atomwaffen zu machen und ihre bestmögliche Abwehr zu organisieren.« Und andernorts (Seite 59) heißt es: »Man muß sich klarmachen, daß die Atomwaffen nun einmal das Hauptelement normaler militärischer Macht sind.«

Kennzeichnend für das augenblickliche Dilemma, in dem sich politische Autorität und die militärische Eigenentwicklung befinden, ist eine Aussprache im schweizerischen Nationalrat in der Wintersession

1959. In einer Schrift der Generalstabsabteilung fand sich folgender Absatz:

»Der erste Zweck eigener Kernwaffen ist, die fremde Macht von einem Angriff auf unser Land abzuhalten. Werden wir dennoch angegriffen, so werden wir so lange auf die Anwendung eigener Kernwaffen verzichten, als wir die Aussicht haben, uns mit anderen Mitteln erfolgreich wehren zu können. Sollte uns der Angreifer dazu zwingen, dann dürfen auch wir nicht zögern, von diesen wirksamsten Kampfmitteln Gebrauch zu machen. Der grundsätzliche Entscheid zum Einsatz von Kernwaffen wird allerdings der Landesregierung vorbehalten bleiben müssen.«

Man könnte noch manche andere Äußerung verschiedener Generäle (zum Beispiel Twining, Norstad und andere) zitieren, erweitert durch die sarkastischen Randbemerkungen, daß die eigenen europäischen Bundesgenossen gegebenfalls nicht geschont werden könnten und mit Millionen von Toten vor ihrer »Befreiung« zu rechnen hätten . . .

Aber auch die östlichen Strategen haben nicht mit direkten oder indirekten Drohungen gespart. Wir erinnern uns noch alle mit Grauen an die Abschußdrohungen von russischer Seite während der Suezkrise. Nach einer Meldung aus Moskau im März 1957 hat der damalige sowjetische Verteidigungsminister *Schukow* vor Eliteschülern keinen Zweifel über die Art des Kampfes in einem zukünftigen Krieg gelassen. »Er umfaßt nicht nur die unmittelbaren Kriegsschauplätze, sondern auch das gesamte Hinterland der Kämpfenden. Sein Ausgang hängt insbesondere von dem technischen Niveau und der Qualität der bewaffneten Streitkräfte ab.« Die für jede Seite vorauszusehende Vernichtung werde die Anwendung der Atom- und Wasserstoffbomben nicht verhindern. Solche Erwägungen seien falsch. Die Atomwaffe werde (sofern sie nicht verboten wird) jetzt und besonders in der nächsten Zukunft immer mehr die gewöhnlichen Waffen ersetzen. Im Falle eines großen kriegerischen Konfliktes werde sie unvermeidlich als Hauptvernichtungsmittel eingesetzt. Die chemische Waffe sei in der Vergangenheit nur eine Zusatzwaffe gewesen; man habe sich daher auf die normalen Waffen beschränken können. Die Atomwaffe werde aber bei den Truppen als regelrechte Waffe eingeführt.

Es ist einfach eine Illusion, daß bei einer Auseinandersetzung zugunsten der sogenannten »konventionellen«, veralteten Kriegstechnik auf Atomwaffen verzichtet würde. Man kann die Augen nicht vor der Tatsache verschließen, daß im westlichen und östlichen Lager Truppenausrüstungen und -ausbildungen ganz auf den Gebrauch von Kernwaffen abgestellt sind. In einem Interview mit Adalbert *Weinstein*

an Bord der USS »Salem« im Mittelmeer brüstete sich der Admiral »Cat« *Brown:* »Ich bin atomar gerüstet, das wissen Sie so gut wie jeder andere, aber was ich an Zerstörungskraft habe, ist wohl das größte atomare Vernichtungspotential, das zur Zeit in der Welt in einer Hand zusammengefaßt ist.«

Und im September 1957 — wenig später — kann man aus dem Munde von General *Hodes,* dem Oberbefehlshaber der amerikanischen Truppen in Europa hören: ». . . es ist eine völlig neue Armee entstanden, deren Schlagkraft einfach nicht zu beschreiben ist.«

Von der Ausrüstung der 7. Armee wurde bekannt, daß sie 36 Atomgeschütze vom Kaliber 28 Zentimer hat, 12 Batterien fernlenkbarer und 5 Batterien nicht lenkbarer Raketen. Ihre »Tötungskraft« wurde als gar nicht mehr berechenbar bezeichnet.

So genaue Angaben liegen über die Ausrüstung östlicher Wehrmachtsteile nicht vor. Einzelheiten sind bei solchen Größenordnungen auch schon fast uninteressant geworden. Darüber hinaus darf man mit Recht vermuten, daß bei der ausgefeilten gegenseitigen Spionage ein ungefährer Gleichstand beinahe immer erzielt wird.

Die stetige Bereitschaft treibt aber naturgemäß die großen Mächte zu einer Ansammlung von radioaktivem Vernichtungsmaterial, das schon in keinem Verhältnis mehr zur Zahl der umzubringenden Menschen steht. M. *v. Ardenne* hat 1956 geschätzt, daß die Vorräte an Spaltprodukten in den Waffenmagazinen der Welt für mindestens 50 000 Atombomben ausreichen. Inzwischen ist die Serienproduktion für Atomartillerie, Granatwerfer und Gewehrabschuß angelaufen. Schätzungen aus den Jahren 1959/60, die von Professor *Pauling* stammen, rechneten mit 100 000 — 150 000 Bomben allein in den USA; die Sowjetunion sollte eine etwas geringere Anzahl besitzen.

Um 1962/63 wurde von Chruschtschow bekanntgegeben, daß bereits für jeden einzelnen Erdenbewohner mehr als 80 Tonnen Vernichtungs-Sprengstoff lagern. Das ist das Vierfache einer der berüchtigten Luftminen aus dem Zweiten Weltkrieg. Der Gesamtvorrat in der Welt an Kernwaffen wurde um diese Zeit wiederum erhöht mit 250 Milliarden Tonnen Trinitrotoluol geschätzt.

Mit den »kleinen« Atomgranaten wird die Verantwortlichkeit weiter nach abwärts verlagert werden, und bei der im modernen Krieg notwendig gewordenen Aufspaltung in sehr kleine selbständig handelnde Gruppen kann der Funken am übervollen Pulverfaß der Welt durch die Unüberlegtheit oder das Mißverstehen eines unbedeutenden »Befehlsempfängers« ausgelöst werden. Es gehört heute wirklich kaum noch Phantasie dazu, sich eine solche Situation vorzustellen . . .

Die Vorbereitung zur kriegerischen Verwendung der Atomenergie hat jedoch ebenfalls viele Gefährdungen für die Menschheit in sich, die sie erträgt, weil sie zum großen Teil nichts davon sieht oder hört und bewußt im unklaren gehalten wird. Während eine Kritik an der militärischen Verwendung der Kernenergie von vielen noch hingenommen wird, scheint sie den meisten völlig indiskutabel im Hinblick auf die Verwendung für friedliche Zwecke. Trotzdem gilt es, hier ebenfalls sehr genau die dem Menschen gesetzten biologischen Grenzen abzustecken.

Zu der laufenden Veränderung der menschlichen Umwelt durch allgemeine Zivlisationseinflüsse wurde bereits Stellung genommen. Im Hinblick auf den vieldiskutierten bevorstehenden Energieengpaß müssen wir uns aber noch mit einigen Zusammenhängen zwischen Erdbevölkerung und Energiebedarf beschäftigen.

Dem Neffen des großen Naturforschers *Darwin* verdanken wir eine umfassende Untersuchung über die Frage, was wohl letztlich darüber entscheiden könnte, ob der Mensch als Gattung überleben wird oder nicht. Hält man sich an die in früheren Jahrhunderten gemachten Erfahrungen, so muß man folgerichtig zu dem Ergebnis kommen, daß genau wie beim Tier die ausreichende Ernährung den wichtigsten Faktor darstellt. Leider beurteilt Darwin die Ernährungsverhältnisse nur im Hinblick auf die Möglichkeit einer Ausnutzung vorgefundener natürlicher Bedingungen. Es wird dabei die Mengenvermehrung durch menschliche Erfindungen erwähnt, aber nicht die Gefahr einer Qualitätsveränderung, durch die die Nahrung ungenügend, ja schädlich werden kann, wie schon bestehende Zivilisationseinflüsse zeigen.

Bereits vor rund 150 Jahren hatte der Engländer *Malthus* durch seine vergleichenden Berechnungen Aufsehen erregt, aus denen sich ein krasses Mißverhältnis zwischen dem Anwachsen der Erdbevölkerung und dem verfügbaren Boden ergab. Danach hätte bereits die heute lebende Menschheit ihren Nahrungsbedarf nicht mehr decken können. Daß seine Rechnung nicht längst aufgegangen ist, lag an der Erschließung von Energiequellen im wissenschaftlichen Zeitalter, die er nicht voraussehen konnte. Die Menschheitsgeschichte weist mehrere ähnliche Phasen auf, in denen es durch entscheidende revolutionäre Umstellungen zu einem Energiegewinn kam, der es ermöglichte, daß insgesamt mehr Menschen am Leben erhalten werden konnten. Erstmals geschah das wohl durch die Erfindung des Feuers; denn dadurch konnte die Nahrung wesentlich vielfältiger zubereitet und verdaulicher gemacht werden, und der Mensch konnte in Gebieten Fuß fassen, die vorher als unbewohnbar galten. Seßhaftigkeit und Ackerbau mit der sich

allmählich ausbreitenden systematischen Ausnutzung bestimmter Pflanzen, die gegenüber dem Nomadenleben eine gleichmäßige und vollwertige Ernährung sicherten, waren die nächsten Schritte zum Energiezuwachs.

Das Zusammenwohnen in größeren Gemeinschaften, in Städten, verlangt bereits eine rationelle Verteilung und Schutzeinrichtungen gegen einen frühzeitigen Verderb aufgespeicherter Vorräte von Nahrungsenergie. Dieser Prozeß hat sicher nur langsame Fortschritte gemacht und auch gelegentlich erhebliche Rückschläge erlitten. Er erfährt auch heute noch durch moderne Speicheranlagen, großzügiges Transportwesen etc. weitere Verfeinerungen: In diesen Großstädten und auch sonst wächst durch die nicht unbedingt lebenserhaltende Industrie der Energiebedarf sprunghaft.

So ist ständig mit einem zivilisatorischen Aufschwung die Möglichkeit entstanden, mehr Menschen zu erhalten und ihren Lebensstandard allgemein zu heben, gleichzeitig mußte aber aus der vorhandenen Natur pro Person mehr Energie entnommen werden. Das sollen einige Vergleiche belegen:

Die Schätzungen der Wissenschaftler über die Zahl der Erdbevölkerung vor 8000 bis 10 000 Jahren erscheinen mir ebenso widerspruchsvoll und unsicher wie viele Angaben über das soziologische Verhalten und die Kulturen der damaligen Völkerschaften. Man hält sich daher besser an einigermaßen nachprüfbare Aussagen. Sicher dürfte sein, daß die Menschheit hundert Jahre (von 1850 bis 1950) gebraucht hat, um sich auf das Dopppelte, nämlich von etwa 1,2 Milliarden auf rund 2,5 Milliarden Köpfe zu vermehren. Bis cirka 1850 scheint lange Zeiten hindurch infolge des Einflusses von Seuchen, Hungersnöten, großer Kindersterblichkeit und anderen Naturkatastrophen der zahlenmäßige Bestand keinen sehr großen Schwankungen unterlegen zu haben. Die Berechnung des damaligen durchschnittlichen Energieverbrauchs ist natürlich ebenfalls mit vielen Schätzungsfehlern behaftet, und man mag es glauben oder nicht, wenn Professor *Bhabha*, der Beauftragte Indiens bei den Vereinten Nationen, angibt, daß von Christi Geburt bis 1850 auf der ganzen Welt 9 Q Energie zur Verfügung gestanden haben. Dabei bedeutet Q eine willkürlich angenommene Einheit, die einer Verbrennung von 33 000 Millionen Tonnen Kohle (= 1 Trillion britischer Energiewärmeeinheiten) entspricht.

Erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts können wir uns bessere Vorstellungen von den allgemeinen Energieumsetzungen machen, und die wissenschaftlichen Untersuchungen über die Leistungsbreiten des Einzelmenschen zeigen sehr deutlich, in welch starkem Maße er sich bei

seiner heutigen Lebensweise die Umwelt energetisch nutzbar gemacht hat: »Ein Mann kann bei schwerer körperlicher Anstrengung an einem Achtstundentag kaum mehr als eine halbe Kilowattstunde nützliche Arbeit leisten. Das ist nicht viel mehr, als nötig, um ihm das nackte Existenzminimum zu sichern. Man muß das einmal mit den etwa 20 oder mehr Kilowattstunden vergleichen, die heute täglich in den industriell fortgeschrittenen Ländern pro Person verbraucht werden.« *(Bhabha)*

Während also früher nur jemand aus der Mehrarbeit anderer profitieren konnte, steht dem Durchschnittsmenschen unserer Tage eine Muskelleistung von 45 und mehr Sklavenarbeitern zur Verfügung. *Bhabha* schätzt, daß vor 1850 ungefähr pro Jahrhundert 1 Q (siehe oben) Energieverbrauch anzunehmen ist, aber von 1850—1950 bereits 5 Q mit weiterer starker Tendenz zur Steigerung. Das stimmt mit den Angaben von *Braunbek* überein, der folgende Berechnung anstellt:

Im Jahre 1900 Weltenergiebedarf ewa 2 Billionen kWh
Im Jahre 1950 Weltenergiebedarf über 10 Billionen kWh
Im Jahre 2000 Weltenergiebedarf voraussichtlich über 80 Billionen kWh

Die Fachwissenschaftler der Vereinten Nationen prophezeien ebenfalls eine Erhöhung des heutigen Energiebedarfs auf das Achtfache bis zum Jahre 2000. Professor *Bade* vom Institut für Weltwirtschaft, Kiel, dem wir eine sehr genaue Durcharbeitung aller damit zusammenhängenden Fragenkomplexe verdanken, hält diese Schätzungen zwar für zu hoch gegriffen, verkennt aber nicht, daß uns auch eine von ihm für wahrscheinlich gehaltene Steigerung auf das Vierfache vor sehr ernste Probleme stellt.

Im Bereich der übersehbaren Jahrzehnte verläuft nach den obigen Ausführungen die Zunahme der Erdbevölkerung in Form einer sogenannten Exponentialkurve, das heißt, wir finden in bestimmten Zeitabschnitten eine stetige Verdoppelung der Zahl (1, 2, 4, 8, 16, 32 = geometrische Reihe).

Neue Veröffentlichungen der Bevölkerungsstatistiker aus der Weltgesundheitsorganisation bringen noch erregendere Feststellungen. Danach wächst die Erdbevölkerung stündlich um etwa 5000, das heißt täglich fast um 120 000 Menschen. Pro Jahr kommt mit rund 43 Millionen Köpfen praktisch ein neues Volk von der Größe der Bundesrepublik oder Frankreichs zur Welt. Hält dieser Vermehrungsdrang an, so müßte man schon um das Jahr 2000 mit mindestens 5—7 Milliarden, um das Jahr 2050 mit 15—30 Milliarden Menschen rechnen! *(Huxley, v. Eynem)*

Wir stehen am Anfang der sich verdoppelnden Zahlenreihen; denn es waren vorhanden 1850 1,2 Milliarden Menschen, 1950 2,5 Milliarden Menschen, und man rechnet 2000 mit 5—7 Milliarden Menschen.

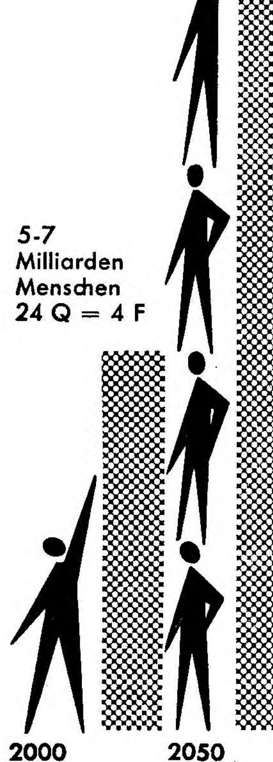
Jeder mag seiner Phantasie freien Lauf lassen und sich ausmalen, bis zu welcher Grenze wohl dies Anwachsen der Kopfzahl möglich ist und wie man für alle zukünftig Raum und Ernährung schaffen kann. Es sei hier aber eingeschaltet, daß die geschichtliche Beobachtung über die Entwicklung der Völker gezeigt hat, daß eine solche ständige Progression nicht zu erwarten ist. Es gibt Wachstumsstillstände aus unerklärlichen Ursachen, Rückgang der Kopfzahlen in diesen oder jenen Kulturen, so daß man darin nicht dem Malthusschen Pessimismus zu folgen braucht. Auch im Hinblick auf die Ernährung sind trotz des unverantwortlichen Raubbaus an vielen Stellen der Erde anscheinend die Chancen noch nicht verspielt. So viele Bedenken der biologisch geschulte Wissenschaftler auch gegen die Auswüchse einer einseitigen chemischen Bodenbearbeitung haben mag; es muß betont werden, daß große Fortschritte in der Erkenntnis der Bodenfruchtbarkeit gemacht worden sind. Es hat sich auch unter den Fachleuten auf diesem Gebiet insofern eine Annäherung vollzogen, als zugegeben wird, daß manche Gesetze der Pflanzenernährung erst durch die analytischen Methoden genauer erfaßt werden konnten. Andererseits macht sich die starke Gegenreaktion von Wissenschaftlern, die in biologischen Lebensgemeinschaften denken und gegen die unkontrollierte Zerstörung natürlicher Zusammenhänge Stellung nehmen, günstig bemerkbar.

Bei einer *vernünftigen* gemeinsamen Arbeit — und einzig darauf kommt es an — ist es daher heute möglich, selbst ausgebeutete und verdorbene Böden wieder zurückzugewinnen und schlechte Anbaugebiete in fruchtbare Gärten zu verwandeln. Dabei soll der Begriff »Fruchtbarkeit« hier immer für den Qualitäts- und nicht für den Quantitätsbegriff stehen. Man findet bei *Baade* den einleuchtenden Vermittlungsvorschlag, durch Verfütterung der Pflanzenmasse an Nutztiere nach einer vorangegangenen Anreicherung armer Böden das biologische Gleichgewicht wiederherzustellen, indem man anschließend den Dünger von diesen Tieren wieder in die Erde bringt. So lassen sich allmählich Dauererträge erzielen, die sogar bei weiterem starkem Ansteigen der Bevölkerungszahlen keine Panik notwendig machen. *Baade* erwähnt, daß bisher im Kampf gegen den Hunger nur höchstens der zehnte Teil der vorhandenen Möglichkeiten ausgenutzt wird. Unter Berücksichtigung der uns aus den Weltmeeren zugängigen Nahrung wäre es demnach technisch möglich, bis zum Jahre 2000 sogar das

Sprunghaftes Anwachsen der Bevölkerung und des Energiebedarfs



15-30
Milliarden
Menschen
120 Q = 5 F



2,5
Milliarden
Menschen
6 Q = 3 F

1,8
Milliarden
Menschen
2 Q = 2 F

1,2
Milliarden
Menschen
1 Q = 1 F

1850 1900 1950 2000 2050

Abbildung 17

Fünf- bis Sechsfache der bisherigen Weltproduktion zu erzielen. Das bedeutete auf jeden Fall eine Sicherstellung für alle, selbst wenn man die augenblickliche Unterernährung großer Teile der Menschheit in Betracht zieht. *Baade* schreibt:

»Das Dreifache zu verzehren, wird ihr leicht möglich sein. Das Vierfache aber ist schwer zu erreichen, da es immerhin heute in der Welt schon mehr als 0,5 Milliarden Menschen in Nordamerika und Westeuropa gibt, von denen sicher viele wesentlich besser essen möchten als heute, die aber je Kopf auch bei voller Entfaltung ihrer Kaufkraft nicht anderthalb mal so viel verzehren können wie heute.

Eine Steigerung der Nahrungsproduktion der Erde auf das Fünf- bis Sechsfache wäre bis zum Jahre 2000 technisch vielleicht erreichbar, wirtschaftlich ist sie nicht erreichbar, weil die Verbrauchsmöglichkeiten nicht so rasch gesteigert werden können. Vom Standpunkt der Verbrauchsmöglichkeiten wird das Jahr X in der obigen Formulierung auf einen Zeitpunkt lange nach dem Jahre 2000 fallen.

Wenn man schon wagen will, hier auch nur annäherungsweise eine Zahl zu nennen, so dürfte wohl ein Jahrhundert erforderlich sein, um den Zustand zu erreichen, daß die Nahrungsproduktion verzehrt werden kann, welche sich ergibt, wenn überall auf unserer Erde die technische Rückständigkeit überwunden ist und Nahrung mit dem Maß an technischen Möglichkeiten produziert wird, über das wir heute längst verfügen.«

Die Inanspruchnahme des technischen Sklaven erfordert die Bereitstellung ausreichender Energiequellen. Die heutigen Vergeudungsmethoden bei den klassischen Energieträgern lassen einen Engpaß spätestens für die Jahrhundertwende befürchten, zumal die benötigten Energiemengen nach den vorliegenden Zahlen ja nicht nur in der geometrischen Reihe (= 1, 2, 4, 8, 16) zunehmen, sondern ein sprunghaftes Ansteigen zeigen. Man gebraucht dafür den mathematischen Begriff »Fakultät«.

1850	1 Q	Energie	= 1 !	(Fakultät)
1900	2 Q	Energie	= 2 !	verdoppelt
1950	6 Q	Energie	= 3 !	verdreifacht
2000	24 Q	Energie	= 4 !	vervierfacht
2050	120 Q	Energie	= 5 !	verfünfacht.

Um also im Jahre 2050 die möglicherweise lebenden 15—30 Milliarden Menschen auf dem jetzigen Lebensstandard zu halten, bedarf es der Bereitstellung des zwanzigfachen Energiebetrages von 1950. Dabei ist sogar noch bis zum Jahre 2000 der niedrige Schätzungswert von

Baade zugrunde gelegt, und es wurde unberücksichtigt gelassen, daß zur Zeit erst viele Völker die Umstellung auf westliche Lebensgewohnheiten mit weitgehender Zuhilfenahme der Technik vollziehen.

Nicht annähernd ist übersehbar, in welcher Weise der Mensch das vielleicht schon in wenigen Jahrzehnten akut werdende Rohstoffproblem lösen kann. Der Raubbau an Kupfer, Zinn, Blei, Aluminium und vielen anderen Metallen reißt gewaltige Lücken in den Bestand. Manches wird man durch Kunststoffe ersetzen können, sicherlich aber nicht den für die Düngung unbedingt nötigen Phosphor. Das heutige Vorgehen des Menschen besteht darin, daß er Anhäufungen dieser Metalle an bestimmten Stellen der Erdkruste abbaut und sie durch seine technischen Verfahren stark verkleinert unregelmäßig über die ganze Erde verteilt. Ein großer Teil bleibt irgendwo im Boden hängen, ein anderer wird den großen Ozeanen zugeführt. Von dort müßte man also die im allgemeinen Kreislauf »verschwundenen« Stoffe wieder zurückgewinnen. Das erfordert ausgedehnte Energiemöglichkeiten, die natürlich noch gar nicht vorausberechnet werden können. *(Bielendorfer, Römpp)*

Es ist ein bestechender Gedanke, daß die auftretenden Energiesorgen der Menschheit mit Hilfe der Atomkernspaltung gelöst werden könnten, wenn man sie nur zu friedlichen Zwecken verwenden würde. Welche unheimlichen Gefahren auch hier drohen, soll später behandelt werden. Jetzt noch einen Blick auf die Energieträger, denen wir unsere heutige zivilisatorische Entwicklung verdanken. Es handelt sich im wesentlichen um Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas sowie Wasserkraft. Zusammengefaßt hat man sie als »klassische Energieträger« bezeichnet.

Der sich überstürzende Ausbau der Gewinnung von atomarer Energie wird vor allen Dingen immer mit der angeblich feststehenden Tatsache einer schon kurzfristig zu erwartenden Erschöpfung der natürlichen Vorratsstätten der klassischen Energieträger begründet. Auch dabei sind wir auf Schätzungen angewiesen, die teilweise aus wirtschaftlichem Interesse der einen oder anderen Industriegruppe, ja, auch aus politischen Motiven stärker nach oben oder unter abgerundet werden.

So hat *Armand*, einer der maßgeblichen »Euratom«-Väter, die schnelle Einführung von durch Kernenergie gespeisten Atomkraftwerken auf Grund eines anscheinend sehr bedrohlichen Energiedefizits gefordert:

»Die Lage Europas ist auf energiewirtschaftlichem Gebiet in der Tat äußerst ernst; das Defizit steigt von Jahr zu Jahr und entspricht gegenwärtig der Menge von etwa 100 Millionen Tonnen Kohle für

die sechs Länder der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl, also fast einem Viertel ihres Gesamtbedarfs an Energie ... Wir müssen um so schneller handeln, als wir auf dem Gebiet der Verwirklichungen im Rückstand sind ...«

Aber selbst diejenigen, die bezüglich der Schnelligkeit des Abbaus der Förderstätten sehr schwarz malen, müssen zugeben, daß wir mit ziemlicher Sicherheit selbst bei der angedeuteten erheblichen Verbrauchssteigerung mindestens für 80–100 Jahre eingedeckt sind. Allerdings wird es an vielen Stellen notwendig sein, die Gewinnung der Produkte, ihren internationalen Austausch und vor allem ihren Ausnutzungsgrad erheblich zu verbessern und auch noch andere Möglichkeiten heranzuziehen. Daß wir zur Zeit das vorhandene Energiekapital in unverantwortlicher Weise vergeuden, steht außer Zweifel. Auf der anderen Seite zeichnen sich manche Entwicklungen ab, die uns ganz sicher Vorteile bringen werden und deren technische Verwirklichung auch im Großversuch angelaufen ist. Insbesondere betrifft das die direkte Umwandlung chemischer Energie (zum Beispiel aus der Kohle) in elektrische Energie ohne den Umweg über den heute üblichen Wärmeverlust. Dieser Verlust bewirkte, daß bisher buchstäblich dreiviertel der vorhandenen Energie durch den Schornstein gejagt wurden. Heute kann man mit dem neuen Brennstoffelement eine Ausnutzung von 75—80 Prozent erreichen, daß heißt, diese völlige Umkehrung der Verhältnisse wäre allein schon imstande, die bisherigen Energiereserven zu verdreifachen. Möglich geworden ist das durch die Arbeiten von *Justi,* der auf den Prinzipien von *W. Ostwald* aufgebaut hat. Dieser war schon vor rund sechzig Jahren nicht damit einverstanden, daß man die hochwertigen Naturstoffe auf dem Umwege über Wärmekraftmaschinen vergeudete. Jedoch auch damals waren die Hast der Menschen und ihr kurzsichtiger Geschäftssinn überwiegend, und statt intensiv an die Bearbeitung dieser wichtigen Frage zu gehen, stürzte sich alles auf die im Augenblick leichter konstruierbaren Dampfmaschinen und überließ der nächsten Generation das Nachdenken über die Fehler der Väter. Man war ja auch von den eigenen Vorfahren nichts Besseres gewöhnt gewesen; die Verkarstung vieler früher wälderreicher Höhen zeigte den Raubbau an Holz mit allen seinen Nebenerscheinungen, die bei einigermaßen vernünftiger Vorsorge hätten vermieden werden können.

In letzter Zeit sind aber verschiedene fast jahrtausendalte Pläne verwirklichungsreif geworden, die uns auch von den klassischen Energieträgern unabhängig machen könnten und dabei den großen Vorteil besitzen, praktisch unerschöpflich zu sein. Großzügig geschätzt wäre

man zum Beispiel imstande, aus der Bewegung der Weltmeere in Ebbe und Flut etwa 40 Milliarden kW (Kilowatt) zu erzielen. Das würde nach *Justi* etwa das Siebenfache aller kontinentalen Wasserkräfte betragen. Frankreich ist auf diesem Wege der Gewinnung von sogenannter Gezeitenenergie vorangegangen und hat am Kanal den Bau eines großen Kraftwerkes in Angriff genommen. Durch geschickte Anordnung des Staudammes, genaue Ausnutzung der Wasserfallhöhe und besondere Konstruktion eines Turbogenerators ist es gelungen, eine dauernde Stromerzeugung während des Anstieges und des Abfalls des Wassers zu gewährleisten. Nach der Erprobung dieses Werkes hofft man, durch den Bau einer weiteren Gezeitenanlage jährlich etwa 20 Milliarden kW-Stunden zu schaffen, was einem Viertel des jetzigen bundesdeutschen Jahresbedarfs entsprechen würde.

Schema eines Gezeiten-Kraftwerks

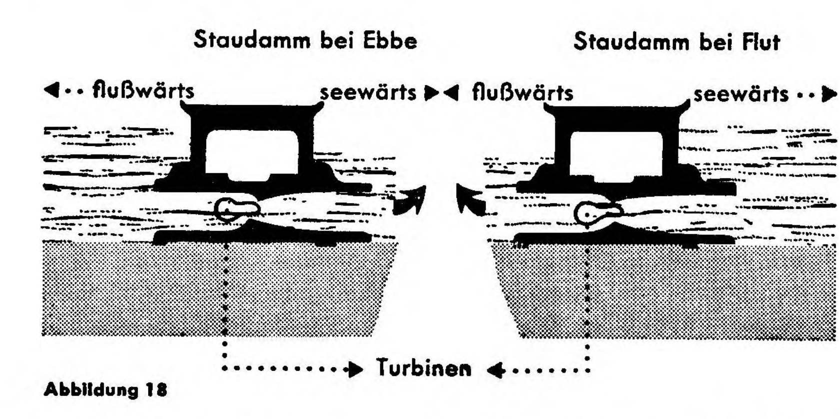


Abbildung 18

Vorschläge für die Ausnutzung der Erdwärme liegen vor. Mit Hilfe von kilometertiefen Sonden (bis zu 30 km) bestünde die Möglichkeit von Dampfgewinnung zum Betreiben von Turbinen.

Versuche zum Auffangen der kosmischen Energie sind ebenfalls im Gange. Über den Erfolg ist noch nichts Näheres bekanntgeworden.

Mit der Ausnutzung der Sonnenenergie hat man sich früher ohne nennenswerte Erfolge beschäftigt, die »Neue Züricher Zeitung« schreibt 1957: »Die ganze Entwicklung der Sonnenenergie ist durch das Aufkommen von billiger Kohle und Öl stehengeblieben. Erst in jüngster Zeit zeigt sich stets steigendes Interesse wie etwa in den Vereinigten Staaten von Amerika, wo Institutionen mit eigener Zeitschrift ge-

gründet wurden.« Aus Rußland sind Abbildungen eines großen Sonnenkraftwerkes mit einer Unzahl von Facettenspiegeln veröffentlicht worden. Den entscheidenden Schritt verdanken wir auch hier wieder *Justi*, der vor kurzem ein »Thermoelement« konstruiert hat, das die Sonnenwärme direkt in elektrische Energie umsetzt. Entscheidend ist, daß schon recht geringe Temperaturschwankungen ausgenutzt werden können, so daß es gelang, bei einem Unterschied von 38 ° mit einem »Elektromagneten ein Gewicht von einem halben Kilo für mehrere Minuten schwebend tragen zu lassen.«

Seit längerer Zeit sind praktische Erfahrungen mit »Sonnenglutöfen« in den Pyrenäen gesammelt worden. Dort hat man durch das Hohlspiegelsystem bis zu 4000 ° C an Hitze erreichen können, was ausreicht, um nicht nur Wolfram und Molybdän zu schmelzen, sondern bereits zum Erschmelzen von Uranoxydstäben (»Atombrennstoff«) benutzt wird.

Aber auch sonst werden weitere neue Erfindungen bekannt (Wärmepumpe), die geeignet sind, zukünftig für die Überwindung eines Energie-Engpasses an Bedeutung zu gewinnen.

In vielen Kreisen, in denen die Sorge wegen des überstürzten Vorantreibens atomarer Energiegewinnung vorhanden ist, wird auch die »Implosions-Technik« von Viktor *Schauberger* diskutiert. Es handelt sich nach den vorliegenden Angaben um eine Maschine mit rotierender Sogspirale, wodurch Elektrizität als Abfallprodukt einer auftretenden Abbremsung auftreten soll. Es ist mir unbekannt, ob irgendwo bereits eine solche Maschine läuft, deren einzigartiger Vorteil in der Ausnutzung naturgegebener Kräfte liegen soll. Offenbar stehen fast alle unsere Physiker den Plänen ablehnend gegenüber und glauben nicht an die Arbeitsmöglichkeit dieser Implosionsmaschine. Ich selbst vermag die Realität dieser Angaben nicht nachzuprüfen, immerhin aber wäre es wünschenswert, experimentelle Daten über Wert und Unwert zu erhalten, was ja nicht allzu schwer sein sollte. Mir scheint eine Gefahr darin zu liegen, daß gerade die Arbeitsweise dieser Maschinen von Laien mit einem »Naturmystizismus« umgeben wird, den man ihr in keinem Falle zubilligen kann. Entweder ist sie imstande, auf gefahrlose und bessere Weise Energie zu liefern als die anderen Apparaturen oder nicht. Ein weiteres gibt es im Hinblick auf die Technik nicht.

Stark diskutiert wird überall in der Welt augenblicklich das Gegenstück zur Kernspaltung, die *Kernfusion* (lateinisch fundere = gießen; Fusion gleich Verschmelzung). In einigen angelsächsischen Laboratorien wurden bereits in den vergangenen Jahren mehrere Millionen Grad

Celsius künstlich erzeugt. Kürzlich wurde im Lawrence-Strahlungslabor in Kalifornien sogar in einer sogenannten Spiegelmaschine ein Plasma auf 20 Millionen Grad Celsius erhitzt, so daß nun die Lösung des Problems der Kernfusion in erreichbare Nähe gerückt sein dürfte. Die Physiker *Bethe* und *von Weizsäcker* haben bereits 1938 den Ablauf thermonuklearer Reaktionen auf der Sonne beschrieben, der unter der Bezeichnung des sogenannten »Bethe-Gamow-Zyklus« bekannt wurde. Danach ist anzunehmen, daß bei der mittleren Temperatur von 20 Millionen Grad Celsius im Sonneninnern das atomare Gefüge so weit gelockert ist, daß die Kerne der Atome ihre Elektronenschalen »verloren« haben, die Kerne also gleichsam »nackt« und in »Reinkultur« vorliegen. Damit dürften die günstigsten Voraussetzungen für Kernreaktionen gegeben sein . . .

Aus hier nicht näher zu erörternden wissenschaftlichen Gründen eignet sich für den Fusionsprozeß insbesondere der schwere Wasserstoff (Deuterium). Da Deuterium in Form von schwerem Wasser, wenn auch in relativ geringem Prozentsatz, ein Bestandteil des gewöhnlichen Wassers ist, werden die Weltmeere bei Verwirklichung des Fusionsreaktors eine praktisch unerschöpfliche Brennstoffquelle der Zukunft bilden . . .

Um einen Nettogewinn an Energie aus der Reaktion zu erzielen, wäre es erforderlich, das Deuteriumgas bis auf Temperaturen von etwa 100 Millionen Grad oder noch höher zu erhitzen und es so lange auf diesen Temperaturen zu halten, bis die freigesetzte Kernenergie die Energiemenge übersteigt, die zur Erhitzung des Brennstoffes gebraucht wird und als Strahlungswärme verlorengeht. Bei einem Gemisch aus Deuterium und Tritium würden geringere Temperaturen ausreichen.

Die kurze Abschweifung über die möglichen Leistungen klassischer und anderer Energiequellen schien notwendig, um klar werden zu lassen, daß wir uns keineswegs gehetzt vorkommen müssen und daß wir sehr wohl in Ruhe die Wege prüfen können, die sich gerade in den jetzigen Jahrzehnten eröffnen. Die im Literaturverzeichnis angegebenen Werke bringen über die einzelnen Energieträger genaue Angaben und Berechnungen. Die Studie von *Baade* endet mit den Sätzen:

»Für den morgigen Tag, für das kommende Jahrtausend und seine Energieversorgung brauchen wir uns nicht zu sorgen. Wenn wir die Jahrzehnte bis zur Jahrtausendwende richtig nutzen, wird jeder nur denkbaren Zahl von Menschen auf jedem nur denkbaren Wohlstandsniveau eine reichliche Versorgung mit Energie aus den Erkenntnissen zur Verfügung stehen, die die Atomforschung bis dahin gebracht haben wird.«

Was geschieht aber, wenn das völlige Verschworensein fast aller Wissenschaftler, Wirtschaftler und Politiker auf die Rettung durch die Atomkernenergie sich als Trugschluß erweisen sollte? Ist die Zeit heute wirklich schon reif genug, um sagen zu können, daß wir uns *nicht* in einer Sackgasse befinden? Müssen wir nicht vielmehr damit rechnen, daß sogar der friedliche Gebrauch der Kernspaltungskräfte mehr Schaden als Nutzen für die Menschheit bringen kann?

Wir sollten uns daran erinnern, daß die Atomkraftenergie mit ihren zwei Gesichtern nur deshalb so schnell in den Vordergrund gerückt ist, weil man ihre militärische Verwendungsmöglichkeit erkannte. Dadurch erfuhren die Vorarbeiten zur kontrollierten Kernspaltung eine derartige Förderung, daß viele Pläne, den Energieengpaß auf anderen Wegen zu umgehen, liegenblieben. So ist die Gewinnung der Spaltungsenergie in größerem Umfange letztlich auf einen Angstkomplex zurückzuführen, auf die Angst, daß die Deutschen während des Krieges die Atombombe herstellen könnten. Der ständig vermehrt anfallende radioaktiv verseuchte Abfall aus den Atomreaktoren müßte eine ganz große, vielleicht die erste Sorge für die Zukunft sein. Aber demgegenüber sind die bisherigen Anstrengungen geradezu als sträflich leichtsinnig anzusehen. Hier als Schlaglicht für die gegebene Situation ein Gespräch von *R. Jungk* mit einem Atomforscher aus den Laboratorien von Hanford-Area (USA):

»Dieses Problem, sagte mir ein Atomforscher, der in einem der technischen Laboratorien von Hanford-Area arbeitet, erscheint mir auf lange Sicht gesehen fast noch schwerwiegender als die Frage der atomischen Waffenkontrolle. Denn selbst wenn die Großmächte sich schließlich einigen sollten und niemals ein Atomkrieg geführt werden würde, so bleibt doch immer die Tatsache bestehen, daß wir durch die Atomspaltung lebenszerstörende Kräfte in die Welt gesetzt haben, mit denen die Zukunft wird leben müssen. Mit jedem Jahrhundert aber wird es schwerer sein, die ansteigenden Mengen von Atomabfällen zu kontrollieren. Alles, was die Menschheit bisher geschaffen hat, verging, zerfiel, verfaulte in absehbarer Zeit. Zum ersten Male haben wir nun durch unsere Natureingriffe etwas hervorgebracht, das zwar nicht unsterblich, nach unserem Maße gemessen aber doch ›kaum sterblich‹ ist. Ein gefährliches Erbe, das alle unsere anderen Schöpfungen lange überleben dürfte, ein Stückchen ›Beinahe-Ewigkeit‹, ein Stückchen Hölle.«

All das muß überlegt werden, wenn man sich überhaupt in einer vernünftigen Form mit der Energiegewinnung aus den Atommeilern befassen will. Bisher ersetzen diese eigentlich nur die Feuerungsanlagen

der Wärmekraftwerke. Aber die heutigen Atomkapitalisten der Welt *leihen* den Uranbrennstoff ja auch nur aus, ihnen kommt es auf die Herausgabe des Rückstandes — auf das Plutonium — an, das für die weitere Bombenherstellung benötigt wird. Je mehr Meiler brennen, desto mehr Vernichtungsstoff fällt an!

In einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1956 des Komitees der Nationalen Akademie der Wissenschaften in den USA, der die hervorragendsten Gelehrten verschiedener Universitäten angehören, findet sich eine sehr vorsichtige Formulierung über den Aufbau einer Großindustrie mit Atomanlagen:

»Ein gefahrloses und organisches Wachsen der Atomkernenergie-Industrie umfaßt mehr als das Planen und die Konstruktion einzelner Fabrikanlagen. Das Entstehen einer einzigen großen Anlage wird in verschiedener Weise für ein weites Gebiet von Bedeutung sein. Es ist nicht denkbar, nach Belieben Kernenergieanlagen aus der Erde emporschießen zu lassen. Die Entwicklung der Atomenergie ist Sache einer sorgfältigen und umfassenden Planung. Für verständige Planungen steht ein großer Teil der notwendigen Erkenntnisse und Erfahrungen noch nicht zur Verfügung.«

Eine solche Erklärung kommt einem angesichts der überall wie Pilze aus der Erde schießenden Reaktoren (siehe Seite 95) akademisch und ohne Belang vor; denn wer kümmert sich schon darum?

Uran als Brennstoff für die Reaktoren ist offenbar vorerst genügend vorhanden, und daher geht man an seinen Verbrauch genau so unbefangen und verschwenderisch heran wie an die klassischen Energieträger. Nach einer Mitteilung in der ›Umschau‹ stehen der Welt zukünftig im Jahr etwa 26 000 Tonnen Uranmetall zur Verfügung. In dieser Menge sind ungefähr 187 Tonnen spaltbares Uran 235 enthalten, entsprechend einer Energiemenge von 560 Millionen Tonnen Steinkohle.

Den Begriff der Kettenreaktion haben wir früher bereits kennengelernt, und im Uranmeiler oder Atomreaktor der bisherigen Art nutzt man für die Energiegewinnung diese gesteuerte Kettenreaktion aus, das heißt, man hält eine künstlich entfachte Spaltung durch zwischengeschaltete Bremssubstanzen unter Kontrolle. An dem bekannten Schemabild (siehe Abbildung 19) wird deutlich, wie durch Neutronenbeschuß eine Spaltung des schweren Kerns erreicht wird. Dies geschieht durch sogenannte »thermische« Neutronen von etwa 1 km/sec Geschwindigkeit. Bei diesem Spaltungsprozeß werden nun schnelle Neutronen frei, die zum Teil von anderen vorhandenen U 238-Kernen eingefangen werden. Das löst diesmal im U 238 keine Kernspaltung,

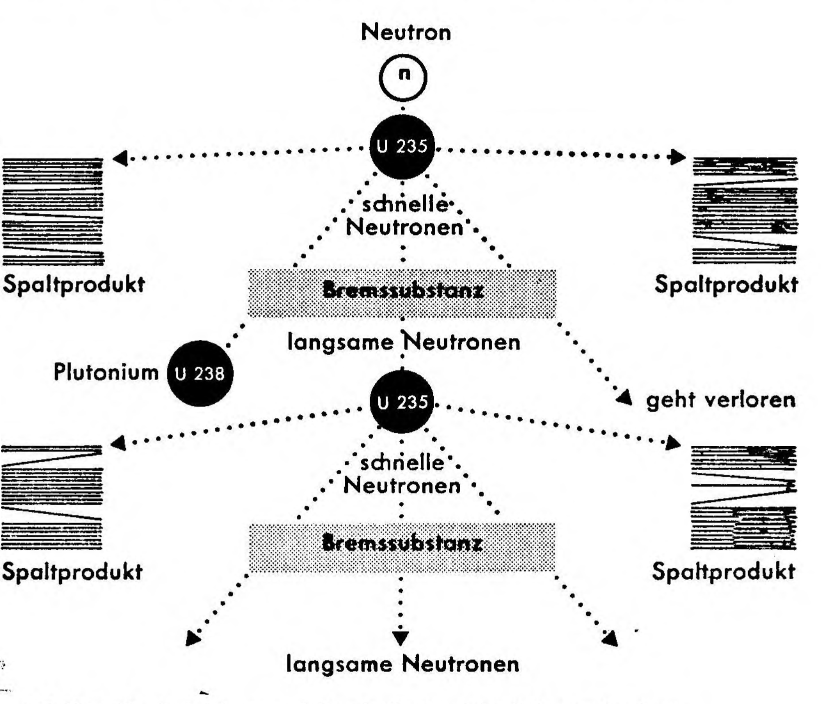
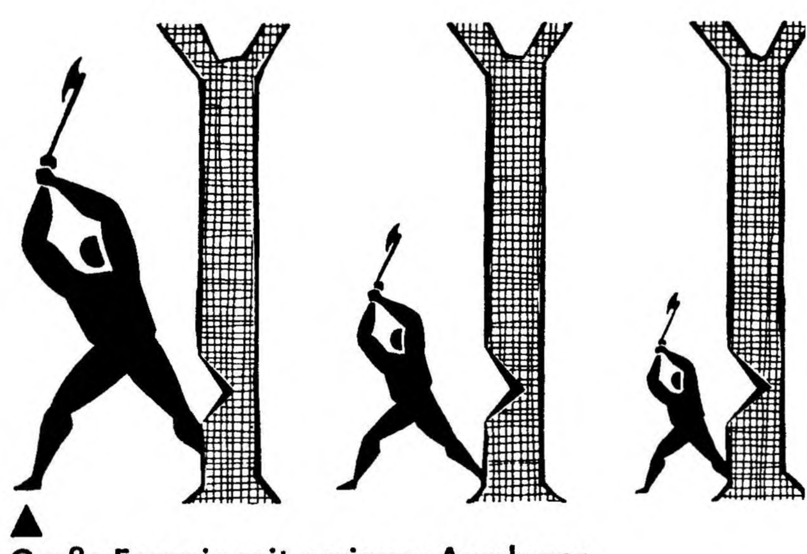


Abbildung 19 In Anlehnung an L. Brandt: Staat und friedliche Atomforschung, Westdeutscher Verlag Köln-Opladen, 1956

sondern eine Kernumwandlung aus, und über einige Zwischenstufen entsteht das berüchtigte Plutonium (Pu 239), der Grundstoff für die Atombombenherstellung. Andere dieser schnellen Neutronen werden in der Bremssubstanz (= Moderator), die zum Beispiel aus Graphit oder schwerem Wasser besteht, so weit in der Geschwindigkeit herabgesetzt, daß sie erneut für Kernspaltungsprozesse benutzt werden können. So bleibt dieser Vorgang je nach den regulierten Bedingungen stärker oder weniger stark in Aktion.

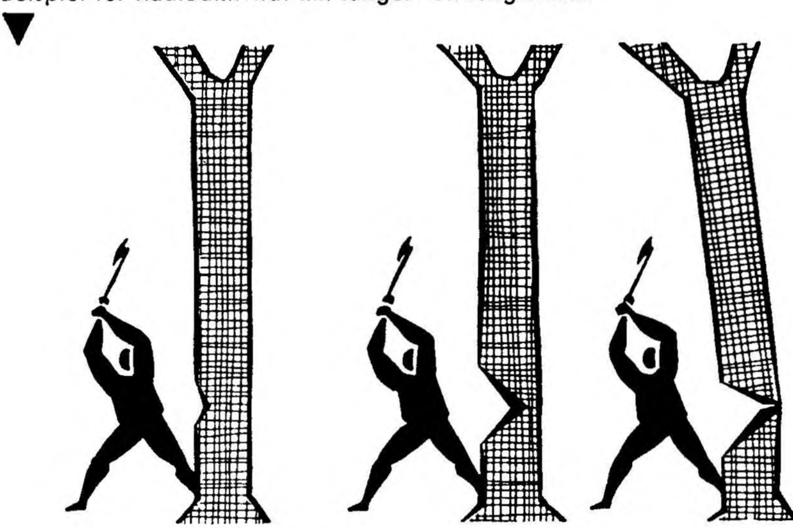
Schon zu Beginn haben wir gelernt, was für unruhige Gesellen die radioaktiven Stoffe sind und wie schwer es war, sie wenigstens bis zu einem gewissen Grade zu zähmen. Man hat dabei eine ganze Anzahl ihrer Eigenschaften kennengelernt und festgestellt, daß sie sich hinsichtlich ihrer Energie, ihrer Stärke und ihrer Wirkung unterscheiden und daß man ihre Halbwertzeit berücksichtigen muß.



Große Energie mit geringer Ausdauer
Beispiel für kurzlebige Radioaktivität
mit schnellem Wirkungsabfall

Abbildung 2(

Energie mit großer Ausdauer
Beispiel für Radioaktivität mit langer Wirkungsdauer



Der Begriff der *Halbwertzeit* sei am Krypton 85 erklärt, die bei diesem Element zehn Jahre beträgt. Im Augenblick der Entstehung des radioaktiven Elementes wird eine bestimmte Menge mit 100 Prozent gerechnet. Davon wird in zehn Jahren die Hälfte abgestrahlt, von dieser in weiteren zehn Jahren wiederum die Hälfte, so daß nach 30 Jahren nur noch ein Achtel der ursprünglichen Menge vorhanden ist.

Energie und *Kurz-* oder *Langlebigkeit* sollen am Bild eines mit einer Axt bewaffneten Mannes verständlich gemacht werden.

Ein energischer Mann von erheblicher Stärke ist imstande, an einem oder mehreren Angriffszielen ziemliche Wirkungen auszulösen *(siehe Bild 20).* Seine Energie und Kraft und damit auch seine Wirkung können aber unter Umständen sehr schnell erlahmen. Seine Ausdauer war kurzlebig, aber vielleicht bei guten Treffern sehr stark.

Gefährlicher ist ein Mann von gleichen Qualitäten und einer zusätzlich langen Ausdauer (langlebig). Aber sogar ein weniger kräftiger Mann wird an seinen Angriffszielen starke Wirkung durch diese Ausdauer erreichen (siehe untere Bildserie).

Bei den radioaktiven Stoffen drückt man die *Energie* in der Bezeichnung Elektronenvolt (eV) aus.

Die *Einheit der Strahlenstärke* ist das Curie (C). 1 C bedeutet, daß in jeder Sekunde $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Atome, das sind 37 000 000 000 Atome, zerfallen, und diese Strahlung entspricht ungefähr der von 1 g Radium. Die häufiger gebrauchten Untereinheiten bei der Berechnung radioaktiver Verseuchung sind

1 Tausendstel Curie = 10^{-3}Curie = 1 Millicurie = 1 mC
1 Millionstel Curie = 10^{-6}Curie = 1 Mikrocurie = 1 Mc.

Die *Strahlenwirkung* wird mit R = Röntgen bezeichnet. Allerdings ist diese physikalische Wirkdefinition zum Beispiel nicht unbedingt gleichbedeutend mit der Wirkung an einem lebendigen Organismus, weshalb dafür noch eine weitere Bezeichnung eingeführt wurde (siehe *Seite 165).*

1 Röntgen (R) Strahlenwirkung entsteht, wenn in einem Kubikzentimeter (cm^3) Luft bei normaler Temperatur und Druck 2 Milliarden Ionenpaare erzeugt werden. Vorstellbar ist das natürlich nicht ohne weiteres, sondern es soll nur einen Anhalt geben dafür, welche Zahlengrößen auch in der allerkleinsten Welt noch eine Rolle spielen.

Bei den heutigen Atommeilern handelt es sich auch um *Wärme*kraftwerke mit dem schon kritisierten Umweg über diese Energieform. Die *Leistung* einer solchen Anlage wird entweder in Watt (W), Kilowatt

(1 kW = 1000 W) oder Megawatt (1 MW = 1000 kW) angegeben. 736 W entsprechen einer Pferdestärke (= 1 PS).

Diese Schilderung gibt natürlich nur ganz grobe Umrisse des Gesamtgeschehens; erwähnt werden soll aber noch, daß man diesen Kernreaktoren andere gegenüberstellt, in denen sogenannten »Brutprozesse« vor sich gehen. Das bedeutet, daß in diesen Atommeilern die Einrichtungen es erlauben, auch Kerne zu spalten, die eigentlich nicht von Anfang an spaltbar waren. Die *Brutreaktoren* (= breeder) sind unter Umständen imstande, mehr brennbare Atomprodukte zu erzeugen, als zur Energiegewinnung verbraucht werden.

Der allgemeine technische Vorgang in einem Atomreaktor ist auf *Bild 19* dargestellt.

Ausgehend von bestimmten Strahlenschutzberechnungen hat *Labeyrie* folgende Energieberechnung durchgeführt: »Ein Reaktor von 100 000 kW Leistung, in dem 100 Tonnen Uran gespalten werden, enthält nach einer Betriebszeit von einem Monat etwa 1 Milliarde Curie an Beta- und Gammastrahlen mit Energien zwischen Null und einigen Millionen Elektronenvolt, das heißt, er sendet etwa genausoviel Beta- und Gammastrahlen aus, wie 1 Million kg Radium. Das würde bedeuten, daß ohne besondere Schutzmaßnahmen im Umkreis von 100 m jeder Mensch in wenigen Minuten und im Abstand von 1 km in einigen Stunden getötet würde.«

Aber auch schon bei kleineren Reaktoren mit einer maximalen Leistung von 500 W (Forschungsreaktoren) beträgt die Gamma-Dosisleistung im Mittelpunkt des zentralen Reaktorenkerns ungefähr 150 000 R (= Röntgen) pro Stunde *(Muth)*.

Sehr anschaulich hat *Kliefoth* den zahlenmäßigen Vergleich gebracht:

»Für ein Kilowatt erzeugter elektrischer Leistung des Atomkraftwerkes ergibt sich eine Aktivität des dadurch entstandenen Atommülls von rund 2000 Curie, das entspricht einer Strahlung von 2000 Gramm Radium pro Kilowatt. Als Anhaltspunkt für die Größe der Radioaktivität sei erwähnt, daß seit Entdeckung des Radiums um die Jahrhundertwende aus radiumhaltigen Erzen insgesamt auf der ganzen Erde etwa 1000 Gramm natürlich gewonnenen Radiums isoliert wurden; das kommt einer Aktivität von 1000 Curie gleich. Aus dieser Angabe kann man ermessen, daß bereits ein relativ kleiner Reaktor von 10 000 kW Leistung eine erhebliche Menge von radioaktivem Müll zu liefern imstande ist. Wenn das Atomprogramm Großbritannens mit nur zehn Millionen Kilowatt elektrischer Leistung im Jahresmittel bis 1975 durchgeführt wird, so ergibt das eine Aktivität der anfallenden

Atomasche von 20 Milliarden Curie, also von 20 Milliarden Gramm — oder 20 000 Tonnen — Radium!«

Herbst hat bei einer theoretischen Überschlagsrechnung, ausgehend vom Jahre 1953, für das Bundesgebiet in wenigen Jahrzehnten einen dreifachen Energiebedarf angenommen. (Bevölkerung 50 Millionen, Energiebedarf dann insgesamt $19{,}5 \times 10^{10}$ kWh.)

Bei nur 20 Prozent Leistung aus Uranreaktoren benötigte man dafür täglich 17,8 kg. oder jährlich 6,5 Tonnen. Davon kann man für die Bildung von Strontium-90-Atomen etwa fünf Prozent der Gesamtradioaktivität ansetzen. Würde man diese in 1000 m Höhe über der Bundesrepublik verteilen, so bekäme man das Tausendfache der jetzt zulässigen Radioaktivität. *Herbst* schreibt weiter: »Ein einziger 10 000-kWh-Reaktor würde nach einer gewissen Betriebszeit so viele radioaktive Spaltprodukte entwickelt haben, daß sie, verteilte man sie 1000 m hoch gleichmäßig in der Luft, eine Fläche von der Größe des Landes Baden-Württemberg gefährlich radioaktiv verseucht würden.«

Die ständige Blickrichtung der geängstigten Menschen auf die mögliche militärische Verwendung radioaktiver Substanzen hat die Gefahrenmomente, die bei dem industriellen Gebrauch entstehen können, völlig überschattet. Ich habe in trockenen Zahlen an anderer Stelle das sprunghafte Zunehmen der Anzahl von Reaktoren angegeben, und es ist nötig, sich jetzt mit der Frage zu beschäftigen, worin denn nun die eigentliche Gefahr solcher Energieforschungsstätten und vor allen Dingen -kraftwerken liegt.

Bei normalem, ungestörtem Betrieb eines Atomreaktors gibt es drei Hauptgefahrenquellen der radioaktiven Umgebungsverseuchung:

1. Die Entstehung von radioaktiv gewordenem Kühlwasser,
2. Die Anreicherung der Luft durch radioaktive Abgase,
3. Die Lagerung von radioaktiven Abfallprodukten = sogenannter »Atommüll«.

Hinzu kommt schließlich als vierte Möglichkeit einer großen Gefahr das »Durchbrennen« oder »Undichtwerden« eines Atommeilers, beides bei den heutigen Konstruktionen nicht als »Explosion« zu denken, obwohl in der Wirkung vielleicht noch furchtbarer.

Für alle anfallenden radioaktiven Stoffe dreht es sich jedes Mal um zwei Fragen, nämlich: wie kann ich sie am besten von der Umwelt ganz fernhalten = Isolierung

oder: wie kann ich sie so stark verdünnen, daß kein Schaden zu entstehen vermag = Verteilung.

Beseitigung radioaktiver Abfälle. Entwurf eines Organisationsplanes

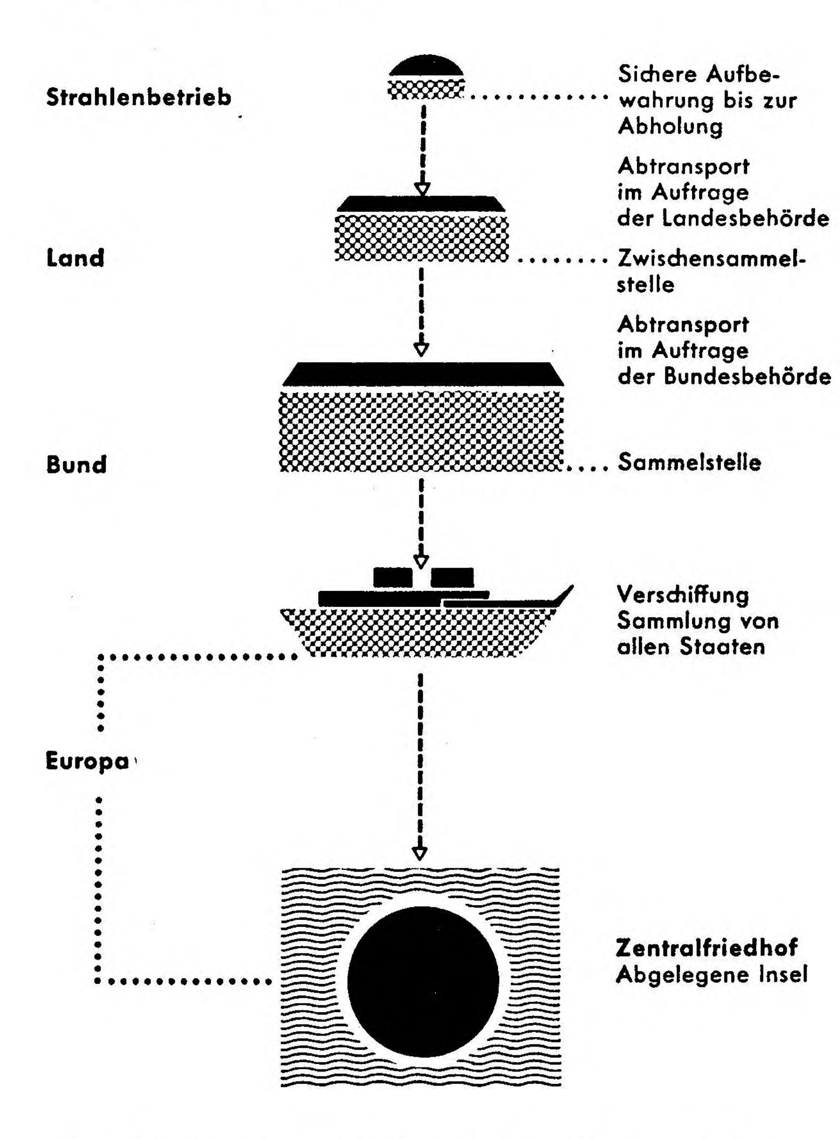


Abbildung 21 Nach B. Rajewski in „Aktuelle Probleme der Gesundheitspflege", W. Limpert Verlag Frankfurt/M., 1958

Auf diesen beiden Prinzipien beruhen auch tatsächlich alle bisherigen Überlegungen, um die unerwünschten Folgeprodukte loszuwerden. Die Beseitigung *flüssiger* und *fester radioaktiver Abfälle* kann man deshalb gemeinsam abhandeln, weil man je nach den Gegebenheiten versucht hat, Flüssigkeiten durch Bindung an feste Stoffe isolierungsreif zu machen, aber auch den umgekehrten Weg gegangen ist, um durch Auslaugungsverfahren die Abfallprodukte für eine großflächige Verteilung aufzubereiten.

Die gebräuchlichste Methode, um hochaktiven Atommüll »ungefährlich« zu machen, besteht zur Zeit hauptsächlich in der Aufbewahrung dieses Abfalls in Spezialbehältern. Es liegen aber eine ganze Reihe von verschiedenen Vorschlägen vor, die offenbar größtenteils auch versuchsweise verwirklicht worden sind.

Glueckauf nennt:

1. Beseitigung im Meer, in fester Form zum Beispiel gemischt mit Zement,
2. Pumpen von Lösungen in natürliche unterirdische Höhlen, entleerte Ölquellen oder Salzlager,
3. Verrieseln in künstlichen Teilchen, wobei der Ionenaustausch des Bodens die radioaktiven Spaltprodukte zurückhält,
4. Unlöslichmachung der Spaltprodukte durch Erhitzen mit einer Tonmischung zu einer keramischen Masse, entweder in Glasöfen oder mit Ausnutzung der radioaktiven Energie.

Eine zukunftsreiche Möglichkeit scheint die biologische Konzentration der Spaltprodukte in bestimmten Wasserpflanzen (Grünalge, Armleuchteralgen) zu sein. Durch Ansiedlung dieser Algen in den Abwässerbecken und durch Ernte der Pflanzen in gewissen Zeitabständen kann man diese schneller reinigen. Nach der Veraschung der Algen kann der Rest dann zum Beispiel in fester Form unlöslich gemacht werden *(Jansen)*.

Weitere Vorschläge stammen von *Rajewski* und *Philberth*. Rajewski hält es für wesentlich, daß eine allgemeine Sammlung der Abfälle in den einzelnen Ländern erfolgt und beispielsweise eine abgelegene kleine Insel benutzt wird, um als radioaktiver »Mülleimer« zu fungieren.

Diese »Internationalisierung« der Abfallsammlung hat ihren guten Grund, da die bis heute üblichen Verfahren große Lücken aufweisen. *Rajewski* berichtet von Versuchen der Amerikaner, im Wüstengebiet bei steinigem Boden und in betonierten Schächten radioaktive Sub-

stanzen aufzubewahren. Schon nach einiger Zeit waren Spuren davon bis zu 300 km in der Umgebung zu finden! Daher die unbedingt notwendige, weiträumige Planung.

Dieser aus einer ernsten Sorge geborene Vorschlag stieß aber bei seiner Erörterung nicht gerade auf entgegenkommendes Verständnis, wie einem Sitzungsbericht zu entnehmen ist:

»Ungläubige Gesichter konnte man bei den Zuhörern beobachten, als Professor Boris Rajewski seinen Plan für eine europäische »Atom-Müllabfuhr« entwickelte. Ging diesmal mit dem sonst so bedächtigen Direktor des Max-Planck-Institutes für Biophysik in Frankfurt etwa die Phantasie durch? Alle europäischen Staaten sollen, so fordert er, sich zusammentun, um auf einer kleinen abgelegenen Insel im Ozean einen »Zentralfriedhof« für Atommüll einzurichten. Eine solche Müllabfuhr verlangt ein eingespieltes Transportsystem, insbesondere eine moderne und gegen Pannen gefeite Verschiffungsaktion.«

Noch weiter geht *Philberth*, der empfiehlt, als gemeinsamen Aufbewahrungsort das Polareis zu benutzen. Er ist der Ansicht, daß damit »über hinreichende Zeiträume in unbesiedelbarem und sonst unbenutzbarem Gelände eine an Vollkommenheit grenzende Sicherheit« gegeben ist. Diese Auffassung begründet er damit, daß sich für die hoch gelegene Eismenge Grönlands eine Absinkzeit von 30 000 Jahren errechnen läßt. Da die ausgesandten radioaktiven Strahlen nur auf Eis treffen, das in dieser Zeit dem allgemeinen Wasserkreislauf der Erde entzogen ist, kann Gefahrlosigkeit angenommen werden.

Obwohl man sich der Unvollkommenheit des jetzigen Vorgehens bewußt ist und jeder Fachmann weiß, daß auf diese Weise niemals von einer »Beseitigung« gesprochen werden kann, nennt man hochtrabend den jetzigen Zustand eine »Zwischenlösung«. Wie diese in Wirklichkeit aussieht, kann man der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Atomfragen, Strahlenschutz, Heft 2, das die Studie der National Academy of Sciences (USA) zur Grundlage hat, entnehmen. Ich möchte daraus folgende aufschlußreiche Stelle zitieren:

»In England werden radioaktive Abfälle einer Atomanlage in die Irische See gepumpt. In den USA werden Abfälle von Laboratorien und Krankenhäusern in Behältern auf die See gebracht und versenkt. In Oak Ridge werden einige Spaltprodukte in den Tennesseefluß abgelassen. In Hanford wird Wasser vom Columbiafluß zur Kühlung verwandt. Abfallprodukte von den Kernbrennstoffaufbereitungsanlagen werden in Behältern oder in Gruben in die Erde gebracht. Wenn sich Kernkraftwerke und die Brennstoff-Aufbereitungsanlagen wie erwartet entwickeln, wird man manche Flüsse verwenden müssen. Nicht

überall ist es möglich, die Abfälle lokal aufzubewahren. Teilweise muß man sie in Kähnen oder mit anderen Mitteln zum Meer bringen. Obwohl sicherlich die Atomanlagen sorgfältig geplant und betrieben werden, kann ein zufälliger Verlust von Abfällen vorkommen. Bei dieser Gelegenheit können große Mengen radioaktiver Substanzen in die See gelangen.«

Um eine gewisse internationale Einheitlichkeit bei der Atommüllbeseitigung zu erzielen, finden in Abständen Konferenzen über dieses Thema statt. Gerade aus der Gegensätzlichkeit der Auffassungen läßt sich für den Unbeteiligten erkennen, wie sich physikalische, wirtschaftliche, biologische und politische Probleme miteinander verzahnen, so daß letztlich eine große Unsicherheit entsteht, die dazu führt, überhaupt Abmachungen aus dem Wege zu gehen.

Folgt man den Voraussagen von Etienne *Hirsch*, dem Präsidenten von Euratom, so soll bis zum Jahre 1980 etwa ein Viertel der Weltstromerzeugung von Atomkraftwerken gedeckt werden. »Ein großes Atomkraftwerk mit zehn Blöcken von je 100 MW Leistung erzeugt aber pro Woche so viele langlebige Spaltprodukte wie 20 Atombomben vom Typ Hiroshima. Selbst bei vorsichtigen Schätzungen kommt man zu dem Ergebnis, daß im Jahre 1980 auf der Welt pro Woche die Radioaktivität von etwa 10 000 Atombomben in Atomkraftwerken produziert und natürlich auch beseitigt werden muß.«

Kliefoth hat sich der Mühe unterzogen, die geschätzten Zahlen des bereits überholten Weltatomprogramms — wobei die Sowjetunion unberücksichtigt bleiben mußte — auf Liter beziehungsweise Kubikmeter umzurechnen. Danach betrüge der zu lagernde Abfall

bis *1980* 750 Millionen Liter = 750 000 Kubikmeter hoch radioaktiver Lösung; im Jahre
1990 = 2 Millionen 250 000 Kubikmeter,
2000 = 9 Millionen Kubikmeter.

Diese Zahlen sind sicherlich schon deshalb viel zu gering, weil seither im Zusammenhang mit dem weiteren Wettrüsten zahlreiche Schiffs- und Flugzeugreaktoren gebaut wurden und, wie bereits früher bemerkt, das zu erwartende Geschäft mit der Energie jede Vorsicht zu ersticken droht.

Calder gibt 1959 an, daß die Vereinigten Staaten in 14 Jahren rund 230 Millionen Liter radioaktives Material in mehr als 100 unzerstörbaren (?) Stahltanks gelagert haben. Davon werden eine Reihe von Elementen (zum Beispiel Plutonium) mindestens 24 000 Jahre gefährlich bleiben. »In 42 Jahren wird die Menge radioaktiver Ab-

fälle — gemäß Schätzungen des Weltbedarfs für friedlich genützte Atomkraft für das Jahr 2000 — jedes Jahr 40 000 Hektar Land als »Abfallgrube« erfordern, und dies nur dann, wenn die Methode der Beseitigung zur Anwendung kommt, die gegenwärtig als die raumsparendste zu gelten hat: das Einschmelzen der Spaltprodukte in Glas.«

In der Bundesrepublik bemüht man sich jetzt, mit einem besonderen Forschungsprogramm die beste Lagermöglichkeit für die radioaktiven Abfälle zu erforschen. Inzwischen liegen diese an den verschiedenen Sammelstellen in den Bundesländern, und man ist sich schon jetzt darüber im klaren, daß der Nachweis für die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit für jedes Beseitigungsverfahren erst in der Praxis erbracht werden kann. Auf wessen Kosten? Auch hier geht die Erzeugung des Abfalls weiter, ohne daß man weiß, wie man damit fertig werden soll.

Wenig hört man bei den Erörterungen zur Strahlensicherheit der Reaktoren über die Luftverseuchung in der Umgebung eines Atomkraftwerkes und von der zu erwartenden großräumigen Verteilung der Abgase. Diese bestehen sowohl aus der Kühlungsluft als auch aus der verbrauchten Luft, die für die künstliche Belüftung des Reaktorraumes verwendet wurde. Sie sind angereichert mit verschiedenen flüchtigen Spaltprodukten, von denen man als die wichtigsten das Argon 41, das Jod 131 und das Krypton 85 nennt, weil sie eine längere Halbwertzeit haben und sich daher nicht nur regional, sondern auf weiten Strecken ablagern und wirksam werden können. Soweit aus dem Schrifttum ersichtlich, scheint noch eine reichliche Unsicherheit darüber zu bestehen, inwieweit die in die Schornsteine eingebauten Filter wirklich zum Abfangen der radioaktiven Gase ausreichen. Daher hat man auf die Bemessung einer »richtigen« Schornsteinhöhe großen Wert gelegt, die allerdings bei sehr wechselnden Wetterbedingungen mehr als fragwürdig sein dürfte. Es ist sicher bedeutsam, daß in den angelsächsischen Ländern, die in der Erfahrung weiter voraus sind und in denen eine freiere Erörterung kritischer Probleme des Gemeinschaftslebens an der Tagesordnung ist, der Strahlenschutz bei Reaktoranlagen immer stärkere Beachtung findet. Jeder in Betrieb befindliche Reaktor gibt je nach Leistung radioaktive Edelgase durch die Luftfilter nach außen ab. Von ihnen zerfallen einige in Tochterprodukte, die in der näheren oder weiteren Umgebung der Atomanlagen eine noch weitgehend unbekannte biologische Belastung durch den Einbau in Boden, Pflanzen Nahrungsketten hervorrufen können. So wird beispielsweise aus radioaktivem Krypton 88 des Rubidium 88, aus Krypton 89 Strontium 89, aus Xenon 138 — Caesium 138. Aber auch andere Atomarten,

wie Kobalt 59, Zink 65 und Arsen 76, können in bisher nicht erwarteter Weise auf dem Umwege über die Nahrungsmittel konzentriert an den Menschen gelangen. Bei der Planung von Atomkraftwerken werden diese Gefahren nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt. Die Ausarbeitungen der von Staats wegen geforderten Sicherheitsberichte lassen gerade immer das vermissen, was am wichtigsten erscheint: Eine Beurteilung der biologischen Gefahrenmomente. Meist fehlen die gutachtlichen Stellungnahmen aus dem land- und ernährungswirtschaftlichen Sektor, ebensowenig werden ausreichend radioökologische, strahlenbiologische oder medizinische Vorkontrollen und Überlegungen angestellt. *Herbst* hat auf Grund seiner großen Erfahrungen immer wieder auf diese Außerachtlassung des biologischen Teils der Reaktorumwelt hingewiesen.

Demgegenüber fehlt es nicht an Versicherungen der Techniker, daß »jeder moderne Reaktor so angelegt wird, daß er praktisch als narrensicher anzusehen ist.« Es kann ohne weiteres zugestanden werden, daß bei guter Planung und Anlage eines Atommeilers dessen »Zähmung« und automatische Kontrolle so weit getrieben werden kann, daß eine Katastrophe fast unwahrscheinlich geworden ist. Jedoch hängt unsere Zukunft an diesem Wörtchen »fast«. Wird der Reaktorbau weiter gefördert wie bisher, dann ist damit zu rechnen, daß neben den Forschungsstätten zahlreiche Atomkraftwerke entstehen, die nach der heutigen Planung zukünftig an die Stelle der Elektrizitätswerke treten sollen. Es ist daher bei dem dadurch gegebenen sprunghaften Anwachsen der Zahl der Großreaktoren eine Selbstverständlichkeit, daß eine ganz hohe Sicherheit gegeben werden muß. Leider werden bei der Erörterung solcher Fragen fast immer Vergleiche mit den Verhältnissen bei anderen Fabriken gezogen, die nicht statthaft sind. Abgesehen davon, daß man eigentlich nie erfährt, mit *welchen* Fabriken verglichen wurde, steht hier ein ganz neues Problem an, das bisher gar nicht existierte.

Jedes einzelne Unglück und Mißgeschick beim Reaktorbetrieb hat eine ganz andere Bedeutung als eine der herkömmlichen Explosionen oder ein gewöhnlicher Brand. Ging wirklich eine Fabrik alter Art irgendwo in die Luft, dann blieb ein solches Ereignis örtlich begrenzt, mochten die Schäden noch so erheblich sein. Das Undichtwerden eines Reaktors und die damit entstehende Umgebungsverseuchung setzt anfangs unter Umständen keine auffälligen Schädigungen, dafür ist jedoch die Gesamtgefahr auf biologischem Gebiet wesentlich größer. Die entweichenden radioaktiven Gase können an weit entfernten Orten unerwartet und vielleicht gar nicht einmal registrierte Schäden

setzen. Es ist bekanntgeworden, daß bei dem Reaktorunglück in England verschiedene Meßstellen auf dem Kontinent die dadurch verbreitete Radioaktivität nachweisen konnten. Das ist nicht sehr verwunderlich, wenn man sich die Strömungsverhältnisse und die Wanderung von Luftmassen ansieht. Die weiteren freiwerdenden radioaktiven Substanzen, die im Boden versickern oder mit dem Wasser davongetragen werden, sind ebenfalls nicht aus dem Gesamtaustausch der biologischen Systeme verschwunden, ihre lange Halbwertzeit läßt sie vielmehr über Generationen wirksam sein. Es begegnet uns daher eine ganz andere Problemstellung, die naive Vergleiche mit Fabriken alter Art verbietet. Das dazu notwendige Umdenken ist bisher nur ganz selten anzutreffen, vielleicht vorwiegend deshalb, weil man infolge mangelnder biologischer Kenntnisse sich überhaupt keine Vorstellung von der Summierungsgefahr auch kleinster Mengen machen kann. Man muß es daher als unwissenschaftlich brandmarken, wenn man die unerwünschte Beunruhigung der Bevölkerung durch die Erklärung zu besänftigen sucht, daß ein Reaktor keine größere Gefahr darstelle als etwa eine Dynamitfabrik.

Wer die Zeitungen und Fachblätter aufmerksam studiert, wird bald herausfinden, daß es nichts als großspurige Redereien sind, wenn sich Interessentenvertreter hinstellen und behaupten, daß wir aus dem Stadium der Erprobung heraus seien und nun in das Stadium der Produktion getreten seien. Ich folge wieder dem schon früher zitierten Bericht der National Academy:

»Es besteht eine, wenn auch geringe Möglichkeit, daß ein starker Reaktor oder eine Aufarbeitungsanlage durch Unfälle geschädigt oder zerstört wird und daß dabei ein Teil oder alle dort befindlichen Spaltprodukte in die Atmosphäre übergehen. Die Folgen eines solchen Unfalls können für große Gebiete katastrophal werden. Die geschädigte Fläche wird bei großen Reaktoren bis zu 1000 Quadratmeilen geschätzt. Im Jahre 2000 würde das Freiwerden von nur einem Prozent des vorhandenen Sr^{90}, selbst bei gleichförmiger Mischung, über die gesamte Troposphäre zu Konzentrationen in der Größenordnung von $5 \times 10^{-10} C/m^3$, dem zweifachen heutigen Toleranzwert, führen. Würde dieses eine Prozent gleichmäßig auf die Erde abgelagert, so könnte es die gesamte Oberfläche schwerwiegend verseuchen. Bei einer solchen Katastrophe wird wahrscheinlich jedoch die Aktivität auf einer viel kleineren Fläche um das Unfallzentrum konzentiert. Der unsachgemäße Betrieb eines Teils der Reaktoren auf der Erde kann daher alle betreffen.«

In Deutschland hat unter anderem *Steinke* erklärt, eine Explosion

sei bei Reaktoren »ausgeschlossen«. Aber was auch immer geschehen möge, menschliches Leben zu schützen: Die Versicherung, daß nichts passieren werde, bliebe am Nachsatz »nach menschlichem Ermessen« hängen!

Es bedarf eigentlich keiner allzu großen Phantasie, daß die verschiedenen Werkstoffe, die zum Bau und zur Abschirmung des Reaktors nach außen benutzt werden, je nach Herkunftsort, Herstellungsverfahren, Vorbehandlung, Verarbeitung und Mischung unterschiedliche Festigkeits- und Durchlässigkeitswerte haben *müssen*. Es ist klar, daß bei der ständigen Bestrahlung der Baustoffe unter zum Teil sehr verschiedenartigen Bedingungen Veränderungen auftreten können, die vorher beim besten Willen nicht zu berechnen waren, zumindest nicht bei dem augenblicklichen Stand der Forschung. *P. Müller* weist deshalb in einer Betrachtung über die Strahlenfestigkeit von Reaktorbaustoffen darauf hin, »daß das Wissen über die Strahlenschäden theoretisch noch nicht gut fundiert ist und daß es in der Praxis durch eine große Anzahl neuartiger Erscheinungen im Zusammenhang mit der Strahlenfestigkeit bereits zu unangenehmen Überraschungen gekommen ist.«

Leider besitzen radioaktive Atome die Eigenschaft, daß durch ihre Strahlung chemische Veränderungen zustande kommen. Dadurch kann beispielsweise aus einem festen Stoff ein Gas entstehen, das einem Behälter entweicht, zugleich damit dessen vorherige Festigkeit verändert und völlig neue Bedingungen für unerwartete Überraschungen schafft.

Hanle empfindet es als recht unangenehm, daß »das Material der Kernreaktoren gleichzeitig der intensiven Neutronenstrahlung ausgesetzt ist. Die dabei auftretenden Veränderungen beanspruchen das Material sehr.«

Bei *Bagge* findet sich eine deutliche Warnung vor dem neuen noch unbekannten technologischen Moment: »Unter dem Einfluß der Gamma- und Neutronenstrahlen verändern sich nämlich die Trägermaterialien der Brennstoffelemente und die Moderatorsubstanzen sowohl ihrer chemischen Zusammensetzung nach als auch in ihrem inneren kristallinen Aufbau. Ursprünglich feste und elastische Substanzen werden spröde und brüchig; Flüssigkeiten zerlegen sich teilweise oder ganz in ihre atomaren Bestandteile.«

Auch aus Arbeiten von *Jaeger* kann man entnehmen, wie sehr die Forschung auf diesem Gebiet noch im Fluß ist. So hat der Betonschutz mehr Lücken, als es sich ein Laie angesichts der imponierenden Gebäude vorstellen kann. *Koschany* hat ehrlich zugegeben, daß im Zu-

sammenhang mit der Betonverarbeitung für diese speziellen Zwecke noch viele ungelöste Probleme bestehen. Einschlägig weist er darauf hin, »daß die wirksamsten Abschirmungen gegen Neutronen stark wasserstoffhaltige Stoffe sind. Stark wasserhaltiger Beton aber pflegt normalerweise zu schwinden. Rißbildungen hätten aber unter Umständen verheerende Folgen, zumal da es sich dabei um kaum wahrnehmbare Haarrisse handeln würde. Die gleiche Reaktion kann übrigens auch unter Temperaturschwankungen auftreten. Es scheint auch nicht hinreichend bekannt zu sein, welche Änderungen der inneren Struktur sich eventuell durch jahrelange, intensive Bestrahlung ergeben, wenngleich man annehmen darf, daß die stetige Wiederverwendung zufriedenstellende Ergebnisse vorangesetzt hat...« Die erhöhten Anforderungen an den Beton erforderten sehr sorgfältiges Betonieren. Aber selbst bei derartigen anscheinend rein technischen Verfahren kann uns der raffgierige, sorglose und unzuverlässige Mensch in große Gefahren bringen. Dazu eine Meldung unter der Überschrift »Schlechter Beton«:

»Nicht jeder Beton hält, was er verspricht, das zeigt eine Untersuchung des Bundeswohnungsbauministeriums über die Betonfestigkeit. Selbst wenn man zugunsten der verantwortlichen Architekten oder sonstigen Baustellenleiter annimmt, daß nur in Einzelfällen von einer gefahrdrohenden Nichtachtung der Festigkeitsnormen gesprochen werden kann, bleibt das Ergebnis betrüblich genug. Offensichtlich halten es manche Baustellenleiter nicht der Mühe wert, für die Herstellung eines einwandfreien Betons und die Wahrung der allgemein anerkannten technischen Richtlinien Sorge zu tragen.«

Es ist bekannt geworden, daß man am Münchener Reaktor in Garching 133 undichte Stellen gefunden hat. Ist man bei der Veränderlichkeit der Baustoffe sicher, daß die Flickstellen den Belastungen gewachsen sind?

Unter diesen Umständen wird man es sehr begrüßen müssen, daß 1959 an der Technischen Hochschule Hannover eine Arbeitsgruppe für die Untersuchung des bautechnischen Strahlenschutzes gebildet wurde.

Wie steht es in erdbebenreichen Gebieten? Unangenehme Erfahrungen haben die amerikanische Atomenergiekommission (AEC) veranlaßt, einen besonderen Forschungsauftrag zur Ermittlung solcher Einflüsse zu erteilen. Aber bis jetzt *wissen* wir noch kaum etwas darüber.

Während die Erdbebenzentren einige Jahre verhältnismäßig still geblieben waren, zeigte sich in den ersten Monaten 1960, daß es noch viele tektonisch unruhige Gebiete der Erde gibt. Die durch ein Beben

ausgelöste Katastrophe ist für sich schon furchtbar genug. Sie wird unübersehbar, wenn gleichzeitig Atomkraftwerke mitbetroffen werden.

Auf einer Sachverständigenkonferenz in Cleveland (Dezember 1955) war man sich über die beinahe unüberwindlich scheinenden Hindernisse für einen sicheren Bau von Atommeilern ziemlich klar.

»Die Standortwahl für Kernanlagen wird bedingt durch die Eigenart der radioaktiven Abfälle und des Abwassers, nämlich: die Schwierigkeit des Nachweises, die oft sehr lange Halbwertzeit der radioaktiven Abfallstoffe und die Tatsache, daß Schädigungen, die durch radioaktive Abfallstoffe hervorgerufen werden, meist erst entdeckt werden, wenn es zu spät ist. Bei der Standortwahl für Atomkraftwerke ist es erforderlich, daß eine große Anzahl von Spezialisten der verschiedensten Sparten eng zusammenarbeitet. Kernphysiker, Chemiker, Geologen, Kerningenieure, Spezialisten auf dem Gebiete der Industriehygiene, Verfahrenstechniker und Wasserversorgungs- und Abwasseringenieure, Spezialisten auf dem Gebiete der Keramik, der Mineralogie, der Bodenkunde, der Meteorologie, Hydrologie und der Landesplanung müssen vereint den Standort eines Atomkraftwerkes festlegen . . . Durch umfangreiche hydrologische Untersuchungen ist vor Errichtung eines Kernreaktors festzustellen, welche Anforderungen an die im Umkreis der Anlage vorhandenen Oberflächengewässer gestellt werden müssen. Desgleichen ist festzustellen, welche Maßnahmen im Falle einer Katastrophe zum Schutze der Wasserläufe ergriffen werden müssen. Die Möglichkeit eines Unfalles am Reaktor, durch den radioaktive Spaltungsprodukte in die Umgebung gelangen können, ist, wenn auch in geringem Maße, stets vorhanden. Es ist daher stets abzuschätzen, welche Gefahren im Falle eines Unfalles der Umgebung im allgemeinen und der Versorgungswasserwirtschaft im besonderen entstehen.«

Wie sieht es in der Praxis aus?

Ende 1959 gab die Internationale Atomenergie-Organisation voller Stolz bekannt, daß sie durch vier führende technische Spezialisten die Sicherheitsprobleme bei dem Schweizer Reaktorprojekt »Diorit« habe überprüfen lassen. Man sei zu dem Schluß gekommen, daß man den betreffenden Reaktor »ohne übermäßiges Risiko« in Betrieb nehmen könne. Im übrigen sei dies die erste Sicherheitsstudie ihrer Art, die von der IAEO durchgeführt wurde.

Bei der Europäischen Gemeinschaft prüfte eine Sachverständigengruppe das Hochschulreaktorprojekt der Universität Gent auf Anforderung Belgiens. Obwohl auch dieser Bericht nur einen Anfang darstellen kann und eine Reihe von Fragen offen läßt, zeigt die Bereit-

schaft zur Überprüfung wenigstens für die Tatsache Verständnis, daß keineswegs alle Sicherheitsfragen geklärt sind. Man wünschte sich auch für deutsche Verhältnisse ein verständnisvolleres Eingehen auf die Sicherheitsbedürfnisse. Auf eine entsprechende Anfrage im Bundestag in bezug auf den Karlsruher Reaktor kam vom Atomminister die knappe Antwort, daß man sich nach den Strahlenschutzverordnungen richte, in denen die Empfehlungen der Europäischen Gemeinschaft berücksichtigt seien. Man beabsichtige daher nicht, eine Stellungnahme der Kommission einzuholen. —

Angesichts der wirklich reichlich vorhandenen wissenschaftlichen Unsicherheiten sollte man einen unbequemen Frager nicht damit abwürgen, daß man den sachlichen Inhalt überhört und sich formalrechtlich abschirmt.

Leider wird in all diesen bedeutsamen Fragen zukünftiger Lebensgestaltung die Bevölkerung oft nicht besser als eine Gruppe unmündiger Kinder behandelt. Geschähe eine solche Geheimniskrämerei auf Grund eines wirklich besseren Wissens, dann könnte man das entschuldigen. Aber gerade die wirklichen Kenntnisse fehlen auch denjenigen, die Entscheidungen zu fällen haben, und deshalb ist ein solches Verhalten um so unverständlicher. Welche Berechtigung gibt es, Zwischenfälle beim Reaktorenbetrieb zu vertuschen? Welche, beim Bekanntwerden die Gefahren zu bagatellisieren? Da alle Menschen betroffen werden können, müssen auch alle darum wissen! Hätte es nicht eine Reihe mutiger Journalisten gegeben, dann wäre die Öffentlichkeit noch schlechter orientiert, als sie es so schon ist.

Über das Reaktorenunglück in Los Alamos, Neu Mexiko, am 12. Februar 1957 lesen wir:

»Bedrückend ist die Tatsache, daß die Amerikaner die Explosion einen ganzen Monat verschwiegen hatten. Offensichtlich befürchtete man die Folgen der radioaktiven Verseuchung. Erst, als diese mit den ›üblichen Methoden‹ beseitigt wurden, entschloß man sich zur Publikation.«

In einer Verlautbarung des Bundesatomministeriums, die sich auf einen Bericht der Atomenergiekommission der Vereinigten Staaten stützt, wird ohne nähere Hinweise folgendes mitgeteilt:

»In der Geschichte des Reaktorbetriebes sind, von dem Reaktorunfall in Windscale abgesehen, nur drei Reaktorunfälle zu verzeichnen. Zwei davon waren unbeabsichtigt, der Unfall in Chalk River in Kanada sowie der Unfall bei dem Versuchsbrutreaktor in Arco. In beiden Fällen wurde durch Verschulden des Personals Schaden verursacht, der sich im wesentlichen auf den Reaktor selbst beschränkte.

Bei dem dritten Unfall handelt es sich um eine gewollte Explosion eines kleinen Versuchsreaktors, bei der die Wirkung eines solchen Vorganges untersucht werden sollte. Bei keinem dieser drei Unfälle kamen Personen zu Schaden. Bei den beiden ungewollten Unfällen beschränkte sich der Sachschaden im wesentlichen auf den Reaktor selbst.«

Selbst *Teller* gibt in seinem Buch »Our Nuclear Future« zu, daß man in den USA trotz der vergleichsweise größeren Erfahrung vor allem Glück gehabt habe, daß man aber früher oder später mit Unfällen rechnen müsse.

Ob wohl in der UdSSR immer alles gut gegangen ist? Warum wird offenbar dort noch weniger über Reaktorunfälle gesprochen als anderswo? Es bleibt dadurch bei unsicheren gerüchtweisen Mitteilungen, so über eine »Atomkatastrophe am Ural«, bei der durch einen schweren Unfall im Herbst 1958 etwa 8000 Quadratkilometer radioaktiv verseucht worden sein sollen. Solche Ereignisse müssen in die Öffentlichkeit, sie gehen uns direkt oder indirekt alle an, weil jede größere Katastrophe imstande ist, das uns zugeteilte Kapital für strahlende Belastung zu verringern. Leider versuchen sich die meisten Länder in Schweigen zu hüllen. Dafür liegt wenigstens aus England über das viel diskutierte Unglück in Windscale eine ausführliche Untersuchung vor, deren technischer Teil aus militärischen Gründen nicht veröffentlicht wurde. Jedenfalls ist aus ihr so viel zu entnehmen, daß während der Gefahrenzeit im Kraftwerk von dem Bedienungspersonal Fehler begangen worden waren und eine Reihe von Meßinstrumenten versagte. Die Begleitumstände waren so dramatisch, daß eine erhebliche Beunruhigung der Öffentlichkeit nicht nur in England eintrat. Eine solche Reaktion war um so verständlicher, als gerade dieses Werk vorher in den höchsten Lobestönen als technisch einmaliges Wunder herausgestellt worden war. Zwar war seine »Krankheit«, das Undichtwerden, schon früher Gegenstand von Presseveröffentlichungen gewesen, aber die Arbeitseinstellung wurde erst durch den Unfall erzwungen. Dabei entwich aus dem über 70 Meter hohen Schornstein eine größere Menge von radioaktivem Staub, und am 17. Oktober 1957 »erweiterten die britischen Behörden die Sperrzone für Milchlieferung auf ein Gebiet von ungefähr 600 Quadratkilometern im Umkreis des Plutoniumwerkes. Untersuchungen des Trinkwassers und der Lebensmittel haben bisher keinerlei Anhaltspunkte gegeben, die auf eine erhöhte Radioaktivität schließen lassen. — Die Milchsperre ist nach Angaben der Behörden eine Vorsichtsmaßnahme, um die Bevölkerung vor gesundheitlichen Schäden zu schützen. Die ersten Untersuchungen in der näheren Umgebung des Plutoniumwerkes hätten ergeben, daß

der Gehalt an radioaktivem Jod sechsmal so hoch war wie die zulässige Menge. Im weiteren Sperrgebiet falle diese Menge mit zunehmender Entfernung ab. Die Bauern dürfen die verseuchte Milch nicht selbst wegschütten, sondern müssen sie abliefern. Sie wird von den Sicherheitsorganen in besondere Kanäle gegossen, die direkt ins Meer münden.« *(A. Maxwell)*

Der britische Premierminister Macmillan gab in einem am 8. November 1957 veröffentlichten Weißbuch Auskunft über die Schadensentstehung und sagte unter anderem: »In einem Memorandum (Anhang IV) über den Betriebsschaden, das mir der Vorsitzende der britischen Atomenergiebehörde vorgelegt hat, stellt die Behörde fest, daß der Schaden teilweise auf Unzulänglichkeiten der Apparatur zurückzuführen ist, die in Windscale für die Wartungsarbeit zur Verfügung steht, die ausgeführt wurde, als der Schaden eintrat, und teilweise auf Beurteilungsfehler des Bedienungspersonals, die ihrerseits Schwächen der Organisation zuzuschreiben sind. Ich akzeptiere diese Erklärung.«

Zwei Jahre nach dem Unfall fuhr der englische Journalist *Walker* nach Cumberland, um sich über erwartete Spätfolgen persönlich zu orientieren. Er hat darüber in der Zeitschrift die »Tat« im Mai 1959 berichtet. Er erklärte, daß die Wahrheit über die wirklichen Vorgänge und Schäden verschwiegen worden sei, da die amtlichen Stellen auffällige Veränderungen an Tier- und Pflanzenwelt in der Reaktorumgebung umdeuteten und ihren radioaktiven Verseuchungscharakter nicht zugeben wollten.

Warum scheint es tatsächlich eine allgemeine Tendenz zu sein, Beruhigungspillen an die Bevölkerung zu verteilen? Der Schock wird um so größer sein, wenn sich herausstellt, daß man doch hinters Licht geführt wurde.

Ist es schon bei den feststehenden Atommeilern mit ihren günstiger zu gestaltenden Wartungsbedingungen nicht auszuschließen, daß umfangreiche Verseuchungen entstehen, — wieviel größer muß unsere Sorge sein, wenn uns Reaktoren im Kleinformat an jeder Straßenecke begegnen können? Es wurde bereits angeführt, mit welcher Schnelligkeit und Unbekümmertheit Kleinreaktoren als Antriebswerke im Schiffs-, Flugzeug-, Eisenbahn- und Kraftwagenbau bereits Verwendung finden oder in Kürze finden sollen. Beschädigungen werden nicht zu vermeiden sein. Die beinahe täglich gemeldeten Flugzeugabstürze kann man gar nicht aufzählen, aber auch Schiffe können stranden, leck werden, man kann sie rammen, sie können durch Brände, bei begrenzten und größeren Kriegen zerstört werden — kurz, es gibt viele nicht vorauszusehende Ereignisse, für die wir selbst beim besten Willen nicht

imstande sind, eine Sicherheitsgarantie zu übernehmen. Aus der Statistik über solche Unfälle ergibt sich, daß die Anzahl schwerer Schäden und solcher Katastrophen, bei denen eines der Schiffe gesunken ist, in den letzten Jahren mindestens 50 pro Jahr betragen hat.

Mir scheint, daß diese Tatsachen eine ernste Sprache sprechen, und es ist am Problem vorbeigeredet, wenn Professor *Illies* auf einer Tagung für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt erklärte: »Für einen Ingenieur ist es fast beleidigend, wenn es in Zweifel gezogen wird, daß wir bei unseren Entwicklungen nicht die Sicherheit der Besatzung und der Allgemeinheit allen anderen Problemen und auch der Frage der Rentabilität voranstellen!«

Kein Mensch zieht den guten Willen und die gute Absicht der Konstrukteure in Zweifel. Fraglich bleibt, ob damit der veränderten biologischen Situation Genüge getan ist. Die Erfahrungen der Praxis zeigen eindeutig auf den verschiedensten Gebieten der Technik, daß man nicht narrensicher arbeiten kann. Die Abwägung des Risikos konnte bis jetzt nach ganz anderen Gesichtspunkten erfolgen. Heute, wo jedes Unglück auf dem atomenergetischen Sektor einen Abstrich an der uns noch unbekannten Verträglichkeitsgrenze ganz allgemein für den Menschen bedeutet, kann man nur mit dem größten Ernst erwägen, wieviel Belastung wir uns mit der »Pechblende« erlauben können.

Schon das einwandfreie Arbeiten eines komplizierten Gerätes, das sich aus vielen technischen Einzelheiten zusammensetzt, unterliegt einem Grenzwert, den *R. Lusser* als die »kritische Kompliziertheit« bezeichnet. Lusser ist in den USA als der Vater der Zuverlässigkeitsforderungen bekannt geworden, wodurch er dem Raketenbau hochgeschätzte Vorteile verschafft hat. Nach seinen Angaben hängen die Sicherheit und das ungestörte Arbeiten eines Automaten oder irgendeiner Maschine unter anderem von der Anzahl ihrer Einzelteile ab. Natürlich sind dabei häufig nicht alle diese Teile lebenswichtig und können daher eine Katastrophe auslösen, sondern deren Zahl ist kleiner. Immerhin erreicht man nach seinen Angaben bei dem hohen Einzelzuverlässigkeitsgrad von 0.99 bei hundert verschiedenen Komponenten nur eine Gesamtzuverlässigkeit von 0.99^{100}, das sind ausgerechnet 0.365, und es bedeutet, daß etwa nur ein Drittel dieser Maschinen versagerfrei bleiben. Man braucht sich daher auch nicht über die vielen Mißerfolge bei Raketenversuchen zu wundern, da Raketen ungefähr aus 300 000 Komponeten zusammengesetzt sind.

Diese Berechnungen betreffen die »innere Eigenart« eines technischen Gerätes, die äußeren Einwirkungen — zum Teil viel weniger genau vorauszuberechnen — kommen hinzu. Bei den Reaktoren sind

aber, wie sich nur andeutungsweise erklären ließ, viele Komponenten dabei, deren Zuverlässigkeitsgrad noch nicht bestimmbar ist und der sicher nicht bei 0.99 liegen dürfte.

Jedenfalls kann bei einer solchen Situation niemals ein technisches Gremium allein oder vorwiegend Entscheidungen treffen; denn je gefährlicher unsere »Umgangsformen« werden, desto brennender taucht die Frage nach dem Verhältnis von Nutzen und Schaden für die Gesamtheit auf.

Kein ernsthafter Mensch kann bei den angeführten Voraussetzungen im Reaktorbau den Versprechungen einer amerikanischen Studiengruppe Glauben schenken, die anläßlich des Baues eines Handelsschiffes in bezug auf die Sicherheit mitteilte: »Der Reaktor wird an einer Stelle eingebaut, die auch bei einer Havarie als geschützt gilt. Besondere Sicherheitsvorkehrungen sollen überdies jedes Risiko bei einer Kollision oder einer Explosion ausschalten.«

Im übrigen rechnet man selbstverständlich mit der Möglichkeit von Katastrophen, und *Ertaud* schreibt: »Natürlich ist das Sicherheitsproblem im Falle eines Schiffsreaktors viel schwieriger zu lösen als im Falle eines ortsfesten Reaktors, und zwar wegen der gedrängten Konstruktion, der zuweilen stärkeren Beanspruchung, wegen mechanischer Beanspruchungen durch Schiffsbewegungen, weil zahlenmäßig geringeres und eventuell weniger qualifiziertes Personal zur Verfügung steht und wegen der Benutzung eines Kernreaktors im Hafen, also in der Nachbarschaft von stark bevölkerten Gebieten.« Er erwähnt dann die bekannten norwegischen Arbeiten, bei denen darauf hingewiesen wurde, daß hundert Tage nach dem Schiffbruch *eines einzigen* großen Kernenergietankers die gesamte Wassermasse der Nordsee auf das Zehnfache der augenblicklichen »erlaubten« Dosis radioaktiv verseucht würde.

Auch aus der schwedischen schiffsbautechnischen Forschung liegen ähnliche Angaben durch *Swenson* vor, der besonders betont, wie schwerwiegend das Auftreten von Reaktorspaltprodukten in engen Küstengewässern und Meeresbuchten, auch im Hinblick auf die Fischerei, sein würde. »Wenn man sich vorstellt, daß beim Untergang *eines* Atomschiffes in der Ostsee die gesamte Radioaktivität des Reaktors auf die ganze Wassermenge verteilt wird, würde man rechnungsmäßig eine Konzentration erhalten, die ein Zehntel der von der internationalen Strahlungsschutzkommission als zulässig betrachteten Dosis beträgt.«

Die große Katastrophe des amerikanischen Atom-Unterseebootes »Thresher«, das im Frühjahr 1963 im Atlantik versank, ließ sich nicht verheimlichen. Eine der ersten offiziellen Erklärungen bestritt, daß bei

dem Unglück eine weitgehende radioaktive Verseuchung stattgefunden haben könnte. Als man die weitverstreuten Wrackteile schließlich doch in 2800 m Tiefe ortete, entdeckte man zudem einen riesigen Krater auf dem Meeresboden. »Irgendetwas hatte den Meeresboden heftig erschüttert« heißt es in dem Bericht. Nichts über den sicher durch Druck oder irgendeine Explosion zerrissenen Reaktor.

Der Untergang der »Thresher« hat vorübergehend den Aufbau der amerikanischen U-Boot-Flotte verlangsamt. Die Beseitigung der festgestellten Mängel soll fünf Jahre in Anspruch nehmen und etwa 300 Millionen Dollar kosten.

Besonders folgenschwer dürfte sich der Reaktorbau für die täglichen Massenverkehrsmittel auswirken. Die gegenseitige Konkurrenz überschlägt sich, und so stellten nach einer UP-Meldung die Automobilwerke »Arbel« in Paris vor geladenen Gästen ein erstes atomgetriebenes Kraftfahrzeug vor, das nur einmal jährlich zu tanken braucht. Äußerlich soll es sich kaum von den gebräuchlichen Wagen unterscheiden.

An mehreren Stellen wurde erwähnt, daß menschliches Versagen bei den Unfällen mit im Spiel war, und es wurde auch die Gefahr einer ungenügenden Schulung des Bedienungspersonals eines Atommeilers betont. Nirgendwo sind Unzulänglichkeiten so folgenschwer wie beim Arbeiten mit radioaktivem Material! Aber überall fehlt es an ausgebildeten Kräften sowohl für die Bedienung als auch für die Beurteilung von Fehlerquellen. Jedenfalls hat der Sicherheitsausschuß in der OEEC (Organisation für Europäische wirtschaftliche Zusammenarbeit) festgestellt, daß nur »wenige europäische Länder das notwendige qualifizierte Personal für die Bewertung der Reaktorrisiken besitzen«.

In Deutschland sind die Verhältnisse offenbar besonders ungünstig: »Dem großen Mangel an Fachleuten auf dem Gebiet der Kernforschung will das Berliner Kernforschungsinstitut im nächsten Jahr durch Kurse für Studenten und Praktiker der Wirtschaft abhelfen. In ihnen soll der »Umgang mit Reaktoren und den dort gewonnenen radioaktiven Isotopen« gelehrt werden. Dies teilt der Direktor des Berliner Instituts, Professor *Zimen*, mit. — Die Ausbildung von Fachleuten auf diesem immer wichtiger werdenden Gebiet ist nach Ansicht Professor Zimens sehr viel schwieriger als die Finanzierung neuer Kernforschungen und als die Beschaffung des Rohstoffs.«

Mit solchen Gefahrenquellen wird man um so mehr rechnen müssen, je mehr Reaktoren kleineren oder größeren Ausmaßes erstellt werden. Aber man hat bereits mit dem Serienbau transportabler Reaktoren, die von ein bis zwei Mann betrieben werden sollen, begonnen. Die Aus-

weitung scheint um so unvermeidlicher, als dabei wie fast überall in der Atomindustrie militärische Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle spielen. So hat der Atomphysiker Captain *Graham* anläßlich eines Besuches in Deutschland berichtet, daß die Flotte der Vereinigten Staaten künftig nur noch mit Atomkraft angetriebene Einheiten in Auftrag geben wird, um beweglicher und unabhängiger zu sein.

Es ist eine zwangsläufige Abhängigkeit, daß mit der Zahl der Atommeiler die Abfallstoffe wachsen und daß man versucht, davon wenigstens einen Teil nicht als wertlosen und gefährlichen Müll irgendwo zu lagern, sondern ihn anderen Verwendungsmöglichkeiten zuzuführen. Wie bereits erwähnt, handelt es sich dabei um die radioaktiven Isotope. Man sieht dafür optimistisch in die Zukunft, und auf der Konferenz der UNESCO im September 1957 sagte der amtierende Präsident, Sir John *Cockroft*, bei der Eröffnung in der Pariser Sorbonne: »Es wird bereits erkennbar, daß die Radioisotope auf sehr unterschiedlichen und ausgedehnten Gebieten verwendet werden können und vielleicht der Menschheit einmal einen größeren Dienst als die Kernenergie selbst erweisen werden.«

Welche Bedeutung die Verwendung dieser Substanzen bereits gewonnen hat, geht aus einer Übersicht hervor, die von *Libby* für die amerikanischen Verhältnisse auf der gleichen Konferenz gegeben wurde. Danach hatte die US-Atomenergiekommission bis Mitte 1957 an 4282 Stellen, darunter 1667 Industriebetriebe, Radioisotope abgegeben, und es wurde überschlagsmäßig errechnet, daß etwa die Hälfte der heute auf den Markt gebrachten Industriegüter aus Betrieben stammen, die radioaktive Substanzen verwenden. Auch in Deutschland hat sich in den letzten Jahren ein starker Verbrauch entwickelt.

In der *Technik* sind manche neue Verfahren, manche großzügige Rationalisierungen, neuartige Messungen nur mit Hilfe der Isotope durchführbar. Weil durch ihre Unterstützung viele bisher verborgene Vorgänge aufgeklärt werden konnten, hat man diese Stoffe als »Spürhunde«, »Detektive« der Industrie bezeichnet. Dieses Sichtbarmachen bisher nicht beobachteter Abläufe geschieht durch Hinzufügen eines radioaktiven Elementes in den jeweiligen Arbeitsprozeß. Wahrnehmbar wird dann die Abstrahlung dieses Elementes durch zum Teil recht komplizierte Meßmethoden. Dafür gibt es eine ganze Anzahl von Meß- und Nachweisgeräten, von denen zweifellos am wichtigsten das *Geiger-Müller*-Zählrohr ist. Weiterhin werden speziell präparierte Fotofilme und -platten und sogenannte Szintillationszähler benutzt.

Das Grundprinzip des Geiger-Müller-Zählrohrs ist relativ einfach, da es sich um eine mit einem Gas gefüllte metallische Röhre handelt, in

Schema eines Zählrohrgerätes mit Geiger-Müller-Zählrohr

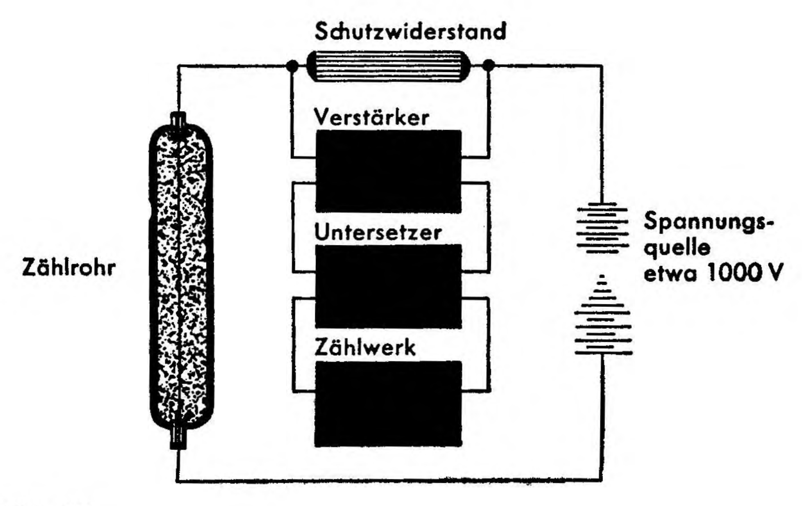


Abbildung 22

der mittendurch ein feiner Draht verläuft (siehe Schemabild 22). Wird ein Strom durch Metallhülle und Draht geschickt, so ist die Anordnung derart getroffen, daß die Gasfüllung den Draht gegenüber der umgebenden Metallhülle isoliert. Wird dieses System nicht von außen gestört, dann ist überhaupt nichts wahrnehmbar. Sobald aber nur ein einziges Elektron (zum Beispiel Alphateilchen) in das Gas eindringt, entsteht durch eine sogenannte »Ionisation« eine lawinenartige Unruhe in dem Gas, das sofort elektrisch leitend wird. Das muß wie bei anderen elektrischen Systemen, in denen die Isolierung nicht mehr funktioniert, zu einem Kurzschluß führen, und dieser dabei auftretende Miniaturblitz wird durch einen Verstärker und Lautsprecher hörbar gemacht. Ein zusätzlich angeschlossenes Zählwerk kann schließlich die pro Sekunde anfallenden Blitze (= Impulse in der Fachsprache) registrieren. Der ganze Vorgang läuft bei einem einzigen Blitz ungefähr in einem Millionstel Bruchteil einer Sekunde ab. Danach müssen sich allerdings die alten Verhältnisse in dem Zählrohr wiederherstellen, was man recht deutlich als die »Erholungszeit« des Zählrohres bezeichnet. Kommen also die Einfallsstrahlen von draußen schneller, als das Zählrohr sich erholen kann, dann können diese Im-

pulse nicht registriert werden. Es gibt demnach auch dabei Grenzen der Beobachtungsmöglichkeiten.

Will man mit dieser Methode einen bestimmten technischen oder biologischen Vorgang untersuchen, dann ist es notwendig, den sogenannten »Nulleffekt« zu berücksichtigen. Dahinter verbirgt sich nichts anderes als die Tatsache, daß praktisch an jedem Ort der Erde, wo wir eine Messung vornehmen, eine natürliche Radioaktivität vorkommt, die wir nicht außer acht lassen dürfen. Wir müssen, bevor wir an das Untersuchungsobjekt herantreten, festgestellt haben, wieviel Impulse schon durch die Umgebungsstrahlung ausgelöst werden, und müssen diese dann von der am Objekt gefundenen Zahl abziehen. Nun kommen im allgemeinen Strahlungs*gemische* vor, so daß wir Alpha-, Beta- und Gammastrahlen zugleich messen, aber der Wirkungsgrad eines Zählrohres hängt doch sehr von der Art dieser Mischung ab. Während nämlich Alpha- und Betastrahlen, auch die Weltraumstrahlen, sehr stark ionisierend, das heißt »blitzauslösend« wirken, trifft das für die Gammastrahlen nicht zu. Man muß daher durch Abwandlungen der Zählrohre bessere Meßbedingungen schaffen. Schließlich bleibt noch zu erwähnen, daß jedem dieser Geräte genau wie anderen Industrieprodukten nur eine bestimmte Lebensdauer gegeben ist. Sie ist allerdings bei so verantwortungsvollen Handlungen, wie es die Feststellung einer radioaktiven Abstrahlung ist, von besonderer Bedeutung. Jedes zu frühe technische Versagen kann unter Umständen über Leben und Tod von Menschen entscheiden.

Je nach dem technischen Vorhaben gibt es verschiedene Zählrohrtypen (lange Formen, Durchlaufzählrohre für Flüssigkeiten, Becher- und Glockenzählrohre). Sie alle haben ihre genau bekannten Vor- und Nachteile und sind nur für spezielle Verwendungszwecke gedacht.

In den Anfangszeiten der Kernphysik hat die *Fotoplatte* als Nachweismittel radioaktiver Substanzen eine hervorragende Rolle gespielt. So konnte man Uranerz dadurch nachweisen, daß man es auf eine Filmkassette einwirken ließ. Bei der späteren Entwicklung wurden die Umrisse des Gesteins auf der Platte infolge der Schwärzung erkennbar. Auch heute werden Film und Platte in mancherlei Abwandlungen verwendet, und neben wissenschaftlichen Fragestellungen sind sie für die Erkennung von Strahlenbelastungen in Atombetrieben (Film-Ansteckplaketten) wichtig geworden.

Unter Szintillieren versteht man im allgemeinen das unruhige Funkeln der Fixsterne am abendlichen Himmel und benennt mit *Szintillationszähler* einen Apparat, bei dem zum Beispiel Zinksulfid bei Bestrahlung mit radioaktiver Substanz ebenfalls ganz kurz — blitzartig

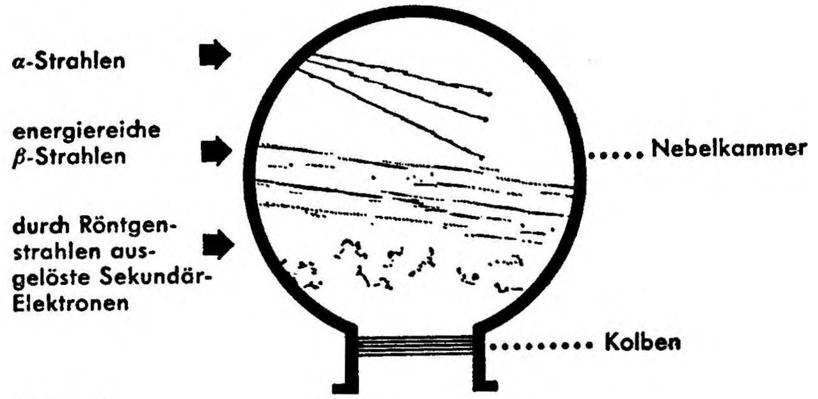


Abbildung 23

— aufleuchtet. Durch Verstärker und Zählsysteme verschiedener Arbeitsweise hat man aus solchen Eigenschaften geeignete Meßgeräte entwickelt und sie vielfach dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt.

Für Forschungsbelange wurde schon 1912 eine Nebelkammer konstruiert, die unter dem Namen *Wilsonsche Nebelkammer* weit bekannt geworden ist. Man kann in ihr besonders deutlich die »Schußbahn« der radioaktiven Teilchen verfolgen. Diese Kammer enthält übersättigten Wasserdampf, und die schnellen Teilchen werden bei richtiger Beleuchtung ähnlich sichtbar wie Kondensstreifen der hochfliegenden Flugzeuge.

Auch die früher mehr gebrauchte Ionisationskammer erscheint noch in manchen »Dosimetern«, sie ist nicht wesentlich verschieden von dem leistungsfähigen Geiger-Müller-Zählrohr.

Eine große Schwierigkeit liegt darin, daß man bisher nicht genau übersehen kann, auf welche Art sich diese oder jene Messung (Luft, Boden, Nahrungsmittel) am geeignetsten durchführen läßt. Eine internationale Einheitlichkeit der Verfahren ist keineswegs erreicht, weshalb unterschiedliche Deutungen mit Streitdiskussionen an der Tagesordnung sind. Die Ergebnisse sind kaum jemals direkt vergleichbar, sondern es müssen umständliche Umrechnungen mit neuen Fehlermöglichkeiten vorgenommen werden.

Wie abweichend — selbst wenn man von den biologischen Fragestellungen absieht — physikalische Meßergebnisse sein können, dafür

gibt der zweite deutsche Bericht des Sonderausschusses Radioaktivität (1959) ein deutliches Beispiel. In Niedersachsen beziehen laut Nachprüfung mehrere hunderttausend Menschen ihr Trinkwasser aus Zisternen, in denen der Regen aufgefangen wird. Auf Seite 71 des Berichtes kann man ablesen, wie zwei wissenschaftliche Institute an den gleichen Entnahmestellen zu Zahlen kommen, die um den drei- bis vierfachen Wert voneinander abweichen. So etwas kann vielen Menschen zum Verhängnis werden!

In Deutschland hat sich *Rajewski* sehr um eine Angleichung der Methodik bemüht, aber er mußte auf dem zu diesem Zweck angesetzten Frankfurter Kolloquium sehr vorsichtig formulieren: »... man kann vereinbaren, daß man zunächst auf die eine oder andere Weise Messungen durchführt und diese Messungen auswertet. Wenn es dann notwendig sein sollte, kommen wir noch einmal zusammen und ändern die Empfehlungen, die wir heute gemeinsam ausarbeiten wollen.«

Aus den zusammenfassenden Empfehlungen des Kolloquiums ist deutlich erkennbar, wie viele kleine und kleinste technische Abweichungen die Genauigkeit der Meßergebnisse beeinträchtigen können. Deshalb mußte eine Reihe von Unterkommissionen zur Ausarbeitung von bestimmten Methoden eingesetzt werden.

Diese Zusammenkünfte von Wissenschaftlern sind freiwillig, und die Empfehlungen bleiben bisher noch unverbindlich. Es fragt sich, ob solche Bemühungen nicht erheblich hinter der voranstürmenden Technik sehr zum Schaden der betroffenen Menschen nachhinken.

Die *technische Anwendung radioaktiver Stoffe* kann man in drei große Gruppen teilen:

1. Prüfung von technischen Vorgängen und Materialien,
2. Bestrahlung zur Veränderung von Materialien,
3. Anwendung von Isotopen zur Aufklärung bisher unbekannter Vorgänge bei chemischen oder physikalischen Prozessen.

Einige Beispiele sollen aus der Fülle der möglichen Verwendungszwecke herausgegriffen werden, um zu zeigen, in wie weitem Maße unser ganzes Leben, ob beruflich oder außerberuflich, mit strahlender Substanz mehr und mehr in Berührung kommt. Man mag sich dann vorstellen, mit wieviel technischen und menschlichen Unzulänglichkeiten man zu rechnen hat und daß die Summierung so vieler kleiner möglicher Schädigungen im menschlichen Körper schließlich doch nicht ohne Wirkung bleiben kann.

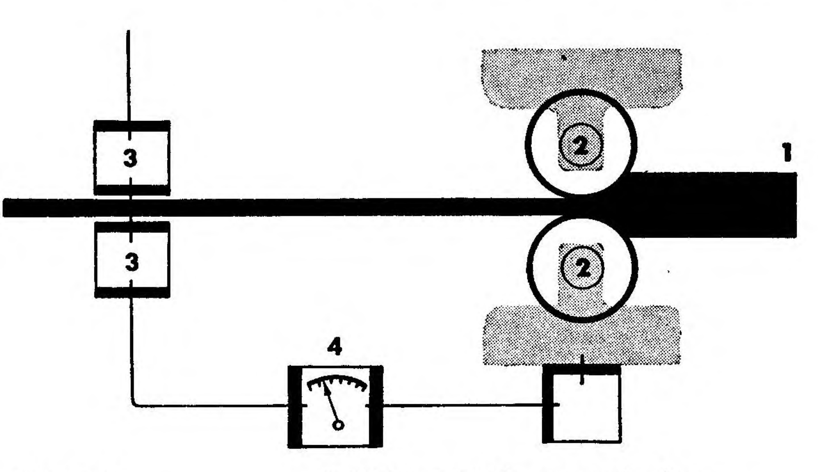


Abbildung 24

1) Walzgut (Stoffe zu verschiedenen Verwendungszwecken).
2) Automatisch gesteuerte Walzen, die das Walzgut auf eine bestimmte Dicke bringen sollen.
3) Strahlende Substanz. Sie kontrolliert die richtige Dicke.
4) Der Strahlungsmesser steuert bei nicht genauer Arbeit der Walzen diese sofort automatisch wieder auf die genaueste Präzision.

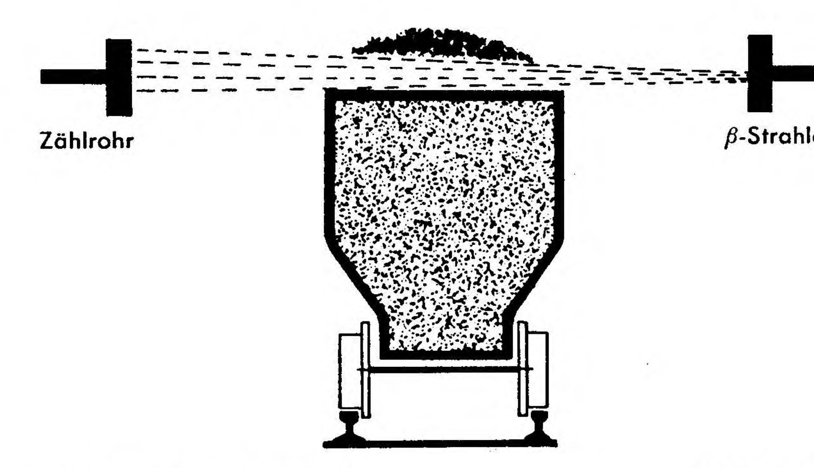
1. *Prüfung von technischen Vorgängen und Materialien*

An vielen Stellen unserer technischen Welt kommt es darauf an, bestimmte Grundstoffe flach zu walzen, zu Bändern oder Rohren auszuziehen und dabei je nach der beabsichtigten Verwendung mit einer sehr hohen Genauigkeit zu arbeiten. Die dabei benutzten Maschinen wurden auf die verschiedenste Weise immer wieder nachgeeicht, um die gleichmäßige Qualität der Ware zu gewährleisten. Jetzt kann man das gewalzte oder ausgezogene Produkt sofort durch radioaktive Stoffe überprüfen, indem man mit der Maschine ein radioaktives Meßsystem koppelt. Das durchlaufende Material wird durchstrahlt, und je nach seiner Dicke wird eine Abschwächung der auf der Gegenseite aufgefangenen und gemessenen Strahlung eintreten. Dadurch läßt sich bei der direkten Verbindung von Strahlungsmesser und Walzeneinstellung automatisch die gewünschte Dicke regulieren (siehe Schemabild 24).

Auf eine ähnliche Weise lassen sich natürlich auch bestimmte Packungen und ihre gleichmäßigen Füllungen kontrollieren, denn jeder Fehler macht sich sofort durch eine Messungsschwankung bemerkbar. *Montens* teilt mit, daß in russischen Bergwerken beispielsweise die Zahl der geförderten und der Füllungszustand der Kohlenwagen mit Hilfe der radioaktiven Strahlung überwacht wird. (Siehe Bild 25).

Durch die verschiedenen Variationen zwischen dem Behälter mit strahlender Substanz und dem gegenüberstehenden Meßapparat kann man Bodenuntersuchungen vornehmen, so daß man Angaben über Dichte und Zusammensetzung erhält. Weiterhin lassen sich Kontrollen über Verschleiß an Zahnrädern, Autoreifen und so weiter durchführen. Sehr interessant ist das Verfahren zur Überprüfung der Wandauskleidung von Hochöfen. Da diese durch die starke Hitze des geschmolzenen Metalls großen Abnutzungserscheinungen ausgesetzt ist und man bisher, um Unglücke zu vermeiden, zeitweilig zu Kontrollzwecken den Ofen abblasen mußte, hat man sich gern der neuen Methode bedient. Durch Einbau von radioaktiven Kapseln in unterschiedlicher Tiefe der Innenauskleidung kann man, ohne den Gesamtbetrieb zu stören, feststellen, bis zu welchem Grade die Verdünnung fortgeschritten ist,

Förderkontrolle im Bergbau



Die Wagen mit dem Fördergut passieren alle die Strahlenbarriere. Die Füllung und Zahl der Wagen wird automatisch kontrolliert. (Abgewandelt nach A. Montens)

Abbildung 25

denn sowie die Einbaustelle der Kapsel erreicht ist und sie mit der glühenden Schmelze verschwindet, hört auch die von außen gemessene Strahlung auf.

2. *Bestrahlung zur Veränderung von Materialien*

Nicht nur lebende und tote *Organismen* können sich unter der Einwirkung künstlicher Radioaktivität verändern, sondern auch andere Substanzen erfahren einen Umbau ihrer ursprünglichen chemischen und physikalischen Struktur. Bei der immer größer werdenden Verwendung von Kunststoffen aller Art erprobte man auch den Einfluß durch Bestrahlung und fand, daß man zum Beispiel Polyäthylen in bezug auf Beständigkeit und Festigkeit verbessern kann, so daß sich für seinen Gebrauch neue Gebiete erschließen lassen. In besonderen Forschungslaboratorien wird allerorts nach neuen Möglichkeiten gesucht, insbesondere ist man in der Baustoffindustrie an derartigen Entwicklungen sehr interessiert. Jedenfalls ist hier ein weites Feld für Erprobungen gegeben, wobei noch manche Überraschungen zu erwarten sind. Ähnliches ist auch in der Gummiindustrie zu beobachten, da man durch die Bestrahlung das Naturprodukt Kautschuk mit ganz neuen Eigenschaften versehen kann.

Schließlich läßt sich sogar die Güte von Metallen und Metallegierungen durch Neutronenbeschuß für verschiedene Verwendungszwecke verbessern.

Einen immer größeren Raum nimmt 3. die *Anwendung von Isotopen zur Aufklärung bestimmter Vorgänge bei technischen Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren* ein.

Man mißt durch die Zugabe von radioaktiven Markierungsstoffen die Höhe von nicht einsehbaren Flüssigkeitsständen in großen Behältern, den Durchlauf und die Strömungsgeschwindigkeiten in Rohren, man grenzt unterschiedliche Sorten von Flüssigkeiten, Ölen und anderen Stoffen durch Grenzmarkierung ab. Durch Zusatz in der Glasfabrikation und in der Metallindustrie bei Schmelzprozessen, in Spinnereien und bei vielen Vermischungsvorgängen unterschiedlicher Grundstoffe kann man genaue Einblicke in den technischen oder chemisch-physikalischen Ablauf gewinnen.

Undichte Stellen in Leitungen (Öl, Wasser) können zeitsparend und genau durch die »Spürhunde« der Industrie aufgefunden werden.

Gasförmige Leitisotope erfüllen eine wichtige Aufgabe bei der Kontrolle von Abgasen und ihren Durchmischungen, sie können bestimmte Durch- oder Belüftungsfragen lösen helfen und vermögen im Bergbau beginnende Gefahren anzuzeigen. Auch für gewisse Schiff-

fahrtsprobleme kann man die Radioisotope gebrauchen. So haben portugiesische Wissenschaftler, nachdem sie vier Tonnen Sand mit radioaktivem Silber markiert hatten, seinen Weg durch die von Treibsand gefährdete Hafeneinfahrt verfolgt und konnten genaue Angaben über die transportierenden Strömungen gewinnen.

Zum Abschluß der technischen Verwendungsmöglichkeiten sei noch erwähnt, daß man neben den schon aus militärischen Gründen vorgenommenen unterirdischen Atomexplosionen auch solche für friedliche Zwecke plant. In Kanada hofft man auf diese Weise ölreiche Teersande ausbeuten zu können.

Diese Hinweise dürften ausreichen, um sich eine Vorstellung davon machen zu können, in welchem Umfange schon jetzt von den vielseitigen Möglichkeiten des Arbeitens mit radioaktiven Substanzen Gebrauch gemacht wird und welche Ausweitung in der Technik noch bevorsteht.

Auf der Radioisotopenkonferenz der IAEO, die im September 1960 in Kopenhagen stattfand, war festzustellen, daß der industrielle Gebrauch der Radioisotope recht schnell den behördlich gesteuerten Forschungen entwächst und zu einer Standardmethode für die Erzielung wirtschaftlicher Vorteile wird. In einigen »fortgeschrittenen« Ländern — wie das Pressekommuniqué der IAEO lautet — sind von der Industrie bereits Dollarmillionen-Gewinne zu verzeichnen. Besonders vorteilhaft haben sich die einschlägigen Verfahren für die Ölraffinerien erwiesen. So berichtet Dr. *Friedrichs*, daß die amerikanische Wirtschaft schon 1957 durch die Verwendung radioaktiver Isotope Rationalisierungsgewinne von 500 Millionen Dollar gemacht hat.

Gleichzeitig wächst sprunghaft die allgemeine Gefahr durch unerwartete und vielfach unbeobachtet ablaufende Verseuchungen.

Die »Spür-Isotope« können uns auch für die Forschung und die aus ihr abgeleitete Praxis der Biologie Einblicke in Naturvorgänge geben, die bisher als unmöglich galten. *Scheibe* hat darüber interessante Angaben gemacht. So lassen sich die Nährlösungen von Pflanzen mit den gewünschten radioaktiven Substanzen impfen, und man kann nun ihren Weg durch den Pflanzenkörper verfolgen, erkennt die Schnelligkeit, mit der ein bestimmter Stoff aufgenommen wird, vermag die Ansiedlung in den Wurzelknollen oder Blättern zu messen. Durch Auflegen auf Fotoplatten gewinnt man durch die sich abzeichnende Strahlung genaue Übersichten. Auf diese Weise hat man neue Kenntnisse über die Verwertung von unterschiedlich zusammengesetzten Düngersorten erlangt und weiß von einigen Gewächsen schon sehr genau, daß sie nach den Arten verschieden ihren Nahrungsbedarf selb-

ständig regeln und sich nicht unbedingt nach den jeweiligen Konzentrationen in den Böden richten.

Selbstverständlich können derart vorbehandelte Pflanzen nun auch auf ihrem Weg in und durch das Tier bei der Verdauung und im inneren Stoffwechsel verfolgt werden, ja sogar die weitere Verwendung für die Aufzucht von Jungen auf dem Durchgang durch die Muttermilch ist erkennbar.

Ebenso lassen sich bereits bei den ersten tastenden Versuchen an Getreidearten durch Beimengung radioaktiver Substanzen Anregungen des Stoffwechsels und dadurch Ertragssteigerungen nachweisen. Wieweit dadurch allerdings eine qualitative Abänderung der Pflanze bei Gebrauch zur tierischen oder menschlichen Ernährung zustande kommt, läßt sich jetzt noch nicht abschätzen.

Damit wird ein ganz neues Gebiet der Pflanzenzüchtung mit Erzeugung neuer Kulturformen erschlossen, hervorgerufen durch bewußte Erbänderungen mit Hilfe der verschiedenen Strahlungen.

Man hat bereits große Versuchsfelder angelegt, um Züchtungen mutierter Pflanzen weiterzuentwickeln, die Vorteile für die menschliche Nahrung versprechen. Bei der Pflanze kann der Züchter in weitem Maße ihm ungeeignet erscheinende Exemplare ausschalten, auch wenn tausende Einzelpflanzen dabei zugrunde gehen. Durch die Anwendung der Radioaktivität für Erbänderungen wird er in die Lage versetzt, viel schneller alle in dieser Art liegenden Möglichkeiten zu erkennen, die er bisher nur durch mühsame langfristige Züchtungen und Kreuzungen viel unvollkommener zu übersehen vermochte. Die europäischen Länder haben sich durch einige Studienkommissionen hauptsächlich von dem Forschungsstand in den USA überzeugt, um die dort gewonnenen Erfahrungen für die teilweise bei sich anders gelagerten Verhältnisse auszuwerten. Dabei hat sich ergeben, daß Röntgenstrahlen hauptsächlich zum Bestrahlen von Samen benutzt werden, ebenso die Gammastrahlung, die allerdings auch für ganze Pflanzen verwendet wird (Gammastrahlenfeld). Ähnlich werden schnelle und thermische Neutronen eingesetzt, während sich Betastrahlen anscheinend nicht so gut eignen.

Um die in diesem Zusammenhang auftretenden Problemstellungen zu verstehen, bedarf es einiger Grundlagenkenntnisse.

Wieviel Strahlung erträgt der Mensch?

»Und in der Tat: wenn wir etwas näher zusehen und den Aufbau der exakten Wissenschaft einer genaueren Prüfung unterziehen, dann werden wir sehr bald gewahr, daß das Gebäude eine gefährlich schwache Stelle besitzt, und diese Stelle ist das Fundament.« *Max Planck*

Schon bei der gewaltigen Zahl der auf den heutigen Zivilisationsmenschen einwirkenden chemischen Produkte tauchte immer wieder die Frage nach der Belastungsgrenze für den Menschen auf. Die Antwort ist für die meisten Stoffe bisher nicht gefunden worden. Wenn die dadurch angerichteten Schäden noch nicht in die Augen springen, so liegt das lediglich an der Kürze der übersehbaren Zeiträume.

Man sollte sich ständig daran erinnern, daß die Großeltern und sogar noch die Eltern der heutigen mittleren Generation vor und nach der Jahrhundertwende hauptsächlich natürliche Bodenprodukte zu sich nahmen und ihre Umgebung ebenfalls nicht mit der Jetztzeit zu vergleichen war. Die Nebenwirkungen der Großraumtechnik können sich praktisch erst an denen abzuzeichnen beginnen, die heute dem Kindesalter entwachsen. Die Quittung für die Unvernunft wird nicht ausbleiben. Trotzdem wäre die Menschheit wahrscheinlich imstande, durch gemeinsame Anstrengung die bisher entstandenen Schäden wiedergutzumachen. Ganz anders sieht das allerdings bei dem Umgang mit radioaktiven Substanzen aus. Hier ist eine Umkehr unmöglich geworden, weil die strahlende Energie dem Menschen in seinen Gebeinen bis in die fernsten Generationen anhängt, wie das Pech dem Mädchen in dem Märchen von der Pechmarie.

Das ist auch der Grund für die zum Teil in persönliche Beleidigungen übergehenden Auseinandersetzungen um die »verträgliche« Dosis (= Toleranzdosis; lat.: tolero = ich ertrage) für den Menschen.

Darüber, wie man sich täuschen kann, berichtet *Braunbek:* »In den zwanziger Jahren nimmt in den Vereinigten Staaten eine Fabrik die Produktion von Radiumuhren auf, die »Luminous Watch Factory« in New Jersey. Die Leuchtfarbe besteht aus Zinksulfid mit einem Zehntausendstel beigemengtem Radiumsalz. Hunderte von Mädchen pinseln in den weiträumigen Fabrikhallen emsig Strich um Strich auf die Zifferblätter. Ist dabei irgendeine Gefahr? Kaum! Das Radium ist ja

so unglaublich verdünnt! Leicht läßt sich errechnen, daß die allgemeine Strahlung, der die Mädchen ausgesetzt sind, weit unter der Toleranzdosis liegt.

Aber merkwürdig! Immer mehr Arbeiterinnen klagen über Kopfschmerzen und Mattigkeit. Dann gibt es Erkrankungen. Zahnfleischentzündungen, Kiefereiterungen, Ausfallen von Zähnen. Viele von den Mädchen müssen in die Klinik eingeliefert werden.

Jetzt erfolgt eine Untersuchung. Was stellt sich heraus? — Radium!

Die Mädchen hatten ihre feinen Pinsel dauernd mit den Lippen angefeuchtet, um sie ganz spitz zu erhalten. Sie hatten dabei ihrem Körper Spuren von Radium zugeführt. Das Radium wird nicht wieder ausgeschieden. Es sammelt sich an im Körper der Unglücklichen, Tag um Tag, Monat um Monat, Jahr um Jahr. Und tut still und unbemerkt sein Zerstörungswerk. Bis schließlich die Symptome auftreten. Aber dann hilft keine Behandlung. Das Radium sitzt im Körper und strahlt, strahlt, strahlt.

Sieben von den Mädchen, die sich am meisten Radium einverleibt haben, sind nicht zu retten. Sie sterben unter unsäglichen Qualen.

Die Überlebenden strengen später einen Prozeß gegen die Firma an. Ohne Erfolg. Denn: Das Gesetz kennt noch nicht den Begriff der Strahlenschädigung! —

Das ist die traurige Geschichte von den New-Jersey-Mädchen. Sie zeigt, wie falsch es war, die Gefahr für besiegt zu halten. An jeder Wegbiegung lauert der Dämon Atomkern, neue Opfer zu fordern.«

So leichtfertig geht der Mensch mit seinen Mitmenschen um. Ist es heute besser? Es überläuft einen heiß und kalt, wenn man verfolgt, wie oft schon die Höhe der Toleranzdosis verändert wurde:

1904 = 210 Röntgeneinheiten pro Woche
1925 = 1,25 Röntgeneinheiten pro Woche
1950 = 0,3 Röntgeneinheiten pro Woche
1958 = 0,1 Röntgeneinheiten pro Woche.

Wie kommt man überhaupt zu solchen Zahlen, auf welchen Erfahrungen basieren sie?

Als man um die Jahrhundertwende die strahlende Natur des Radiums festgestellt hatte und nachdem durch die ersten einfachen Meßverfahren noch weitere Radioaktivität in der Natur gefunden wurde, wollte man irgendwo den Nullpunkt suchen. Man hat viel Arbeit darauf verwendet, und der deutsche Physiker *Gockel* hat sich recht mißliebig gemacht, als er auf Grund seiner Ballonversuche behauptete, daß es eine »kosmische Strahlung« gäbe, die ständig auf die Erde ein-

Atomkernstrahlen



Die Spur von sogenannten schweren Primärstrahlen, sichtbar gemacht in einer Spezialemulsion für Kernstrahlenfotos

Abbildung 26

wirke. Später wurden seine Angaben bestätigt, und im letzten Kriege entdeckte man mit Hilfe von bis in 100 km Höhe geschickten Plastikballons die sogenannte »Primärstrahlung« des Weltenraums, die aus Teilen von Atomkernen, wahrscheinlich vor allem aus Protonen besteht. Es mag uns gleichgültig sein, ob diese energiegeladenen Teilchen durch bestimmte Vorgänge an den Milchstraßensternen zu uns stoßen, wie von einigen angenommen wird. Sie sind auf jeden Fall imstande, beim Aufprall auf die Erdatmosphäre ungewöhnliche Veränderungen hervorzurufen, die uns durch die bisherigen Ergebnisse der Forschung nur teilweise bekannt sind.

Auf Spezialfotoplatten hat man die Wirkung der Primärstrahlen sichtbar gemacht, von denen man jetzt weiß, daß sie 79 % Protonen, 20 % Heliumpartikel und 1 % schwere Atomkerne enthalten. Dabei ist zu beachten, daß man nach Energiemessungen annehmen darf, daß dieses 1 % Atomkerne aber 35 % der Gesamtenergie ausmacht.

Genauso, wie man in der Höhe Untersuchungen angestellt hat, ist man auch in Untergrundbahnschächte, Bergstollen, den Simplontunnel eingestiegen und hat dort ebenfalls kosmische Strahlung bis zu 1000 m Tiefe beobachten können — ein Beweis für ihre enorme Durchschlagskraft. Dies geschieht, obwohl beim Auftreffen auf den Wall der Erdatmosphäre die ursprüngliche Kraft aufgesplittert und abgebremst wird. Die Atome der Erdhülle explodieren gewissermaßen unter dem ständigen Beschuß und zerfallen in ihre verschiedenen Urteilchen, wie wir es bereits dargestellt haben. Dadurch wird eine Ionisation der Luft erzeugt, wobei im bunten Wechsel jetzt Elektronen, Protonen und Mesonen entstehen. Darin liegt das Wesen dieser Zweit- = Sekundärstrahlung. Das Sichausbreiten von einer Stelle aus mit der sprungweisen Umsetzung von strahlender Energie in Materie und umgekehrt nennt man mit dem wissenschaftlichen Namen »Kaskadenschauer«.

Das führt dazu, daß der Mensch schon von der Atmosphäre her einer ständigen äußeren natürlichen Strahlenbelastung ausgesetzt ist, die zusätzlich durch eine von den Urgesteinen der Erdkruste ausgehende erhöht wird (Radium 226, Thorium 232 mit Zerfallsprodukten, Kalium 40). Es dringt also ein sehr energiereiches Gemisch von Gammaquanten, Positronen und Negatronen (Betateilchen) auf ihn ein, er hat ein lebensgefährliches Bombardement durchzuhalten, und in dieser Form gehört es zu seiner Umwelt.

Im Gegensatz zu dieser »Ganzkörperbestrahlung« von außen gibt es nun noch eine *innere Ganzkörperbestrahlung*, die hauptsächlich von dem radioaktiven Kaliumisotop ^{40}K und dem Radioisotop Kohlenstoff ^{14}C verursacht wird. Die verschiedenen Sorten von Kohlenstoff, die in

Kosmische Strahlung

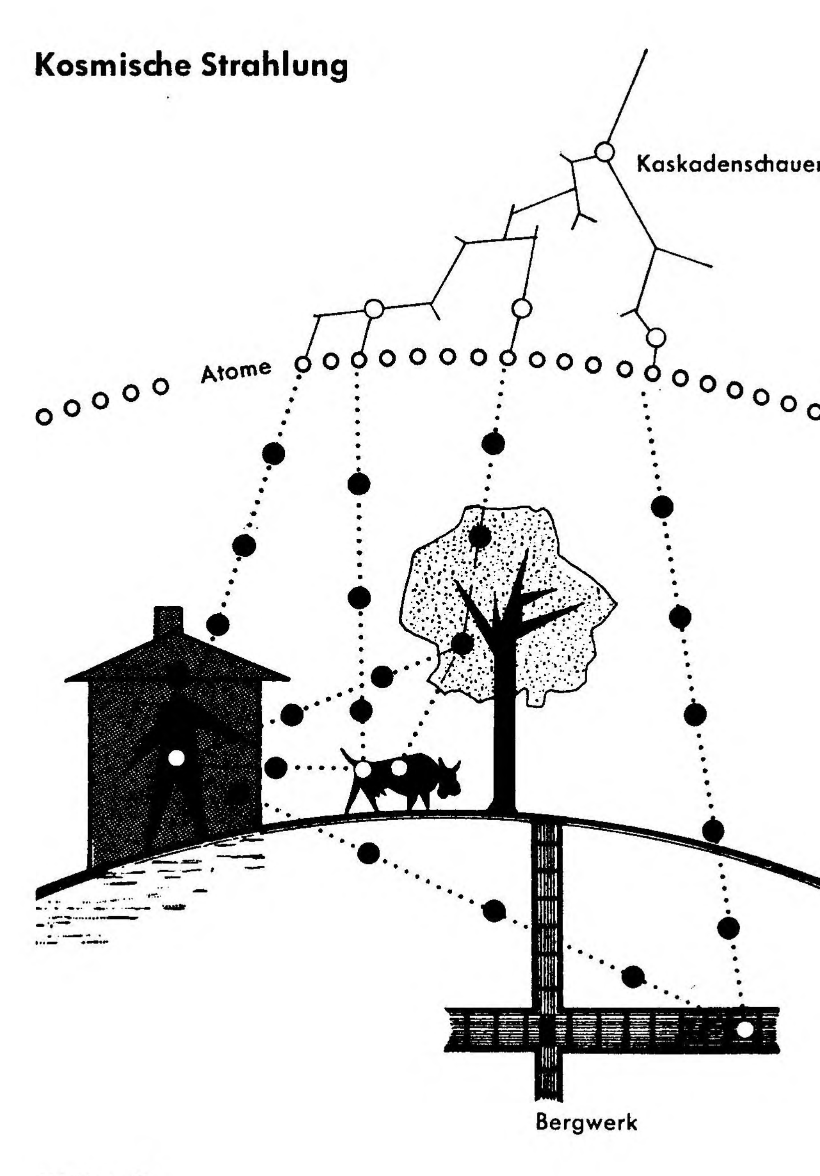


Abbildung 27

Seit Jahrtausenden ist der Mensch einer kosmischen Strahlung ausgesetzt. Es dürfte sicher sein, daß manche Erbänderungen hier ihren Ursprung haben. Die künstliche Kernspaltung verstärkt das Strahlenbombardement.

Die natürliche Strahlenbelastung des Menschen

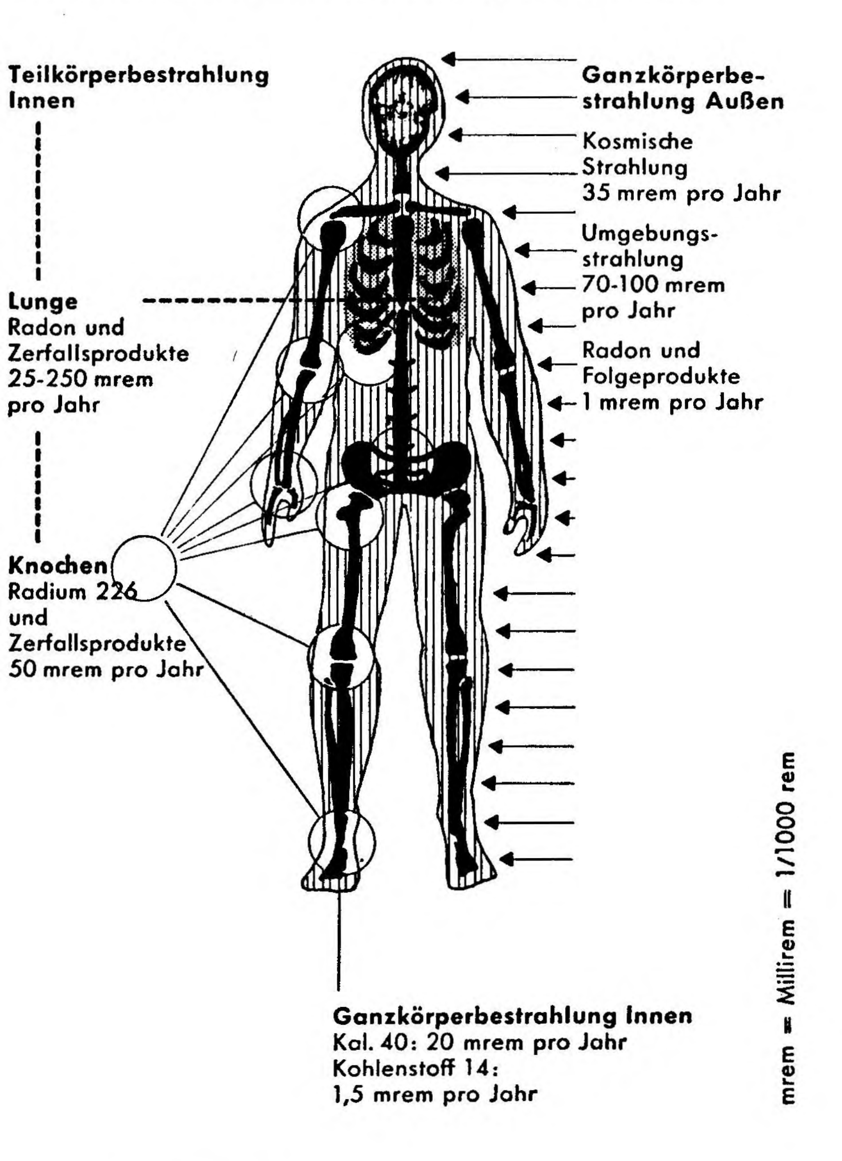


Abbildung 28 (Zahlenangaben nach H. Muth)

den hohen Schichten der Atmosphäre gebildet werden, habe ich schon erwähnt. Seine große Bedeutung hat er dadurch, daß er in Lösungen von der gesamten Pflanzenwelt aufgenommen wird, so daß in den einzelnen Gewächsen eine mäßige Speicherung auftritt, und von daher gelangt das Radioisotop in Tier und Mensch.

Interessanterweise benutzt man gerade diese Ablagerung in den Bäumen, um an Hand der bekannten Zerfallszeiten der Kohlenstoffatome das Alter von Hölzern aus der Eiszeit (circa 20 000—40 000 Jahre Alter) und aus den Anfängen der Menschheitsgeschichte zu bestimmen.

Eine *innere Teilkörper*bestrahlung entsteht auch durch die Zerfallsreihen von Uran, Thorium und Actinium. Die beiden letzteren sind weniger wichtig, weil sie verhältnismäßig kurze Zerfallszeiten haben, aber das gasförmige Radon gelangt nach der Bestrahlung vom Urgestein durch Lösung in Grundwasser und Verdunstung in die Atmosphäre und damit schließlich auf diesem Umwege mit Schwebetröpfchen und Regen zu Mensch und Tier.

Wie schon aus den erwähnten Ballonuntersuchungen hervorging, ist der Einfluß der kosmischen Strahlung um so stärker, je höher man kommt, so daß im allgemeinen Bergbewohner eine höhere Dosis empfangen. Aber auch dafür gibt es regionale Unterschiede genau wie bei der Gesteinsabstrahlung, so daß wirklich eindeutig vergleichbare Durchschnittswerte nicht zu errechnen sind. Das ist um so bedauerlicher und gefährlicher, als man durch die Zunahme der künstlich erzeugten Radioaktivität immer schwierigere Meßverhältnisse vorfindet.

Schon die genaue Definition der heute für zulässig erachteten Höchstdosis am Menschen bereitet unter diesen Umständen erhebliches Kopfzerbrechen, und die Formulierung der Internationalen Strahlenschutzkommission trägt alle Zeichen der Unsicherheit. Man versteht nämlich darunter »diejenige Dosis ionisierender Strahlung, die nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen und Erfahrungen aller Voraussicht nach der betreffenden Person während ihrer Lebenszeit keinen merklichen körperlichen Schaden zufügt«.

Erinnern wir uns in diesem Zusammenhang noch einmal an die »extrem chronischen Gifte« aus dem vorigen Kapitel, und es wird uns klar, daß man nichts, aber auch gar nichts aus *diesen* Erfahrungen gelernt hat! Dabei ist die Beurteilung der radioaktiven Strahlungsstörung an der Zelle, am organischen Gewebe möglicherweise noch viel schwieriger als die der chemischen Störung, weil sich unter Umständen beides kombinieren kann.

Wie schon früher erklärt, war es notwendig, bei der Verständigung über biologische Veränderungen durch strahlende Energie neben dem Begriff der Röntgeneinheit (R) weitere Benennungen einzuführen. Das wird sofort klar, wenn man sich überlegt, daß der Palisadenwall von Atomen, denen zum Beispiel im Körper energiegeladene Teilchen begegnen, dichter und fester ist als an der Luftsperrmauer der dünnen Atmosphäre. Infolgedessen ergeben sich je nach dem getroffenen Gewebe (Muskel, Knochen, Fett) unterschiedliche Energieumsetzungen. Man hat daher die an der beobachteten Stelle durch Einstrahlung aufgefangene Energie nicht in Röntgeneinheiten (R) — die sich ja auf Luft beziehen —, sondern in rad (*R*adiation *A*bsorbed *D*osis) ausgedrückt, wobei man stets der Genauigkeit halber hinzufügen muß, für welches Gewebe oder welchen Stoff man seine Aussage macht. Es ist wie beim Ballspielen: ich kann die Energie messen, mit der der Ball dem Partner zugeworfen wird, und ich kann die aufgefangene Energie messen, die recht unterschiedliche Wirkungen je nach der Art des Gegenspielers haben wird. Leider gibt es allerdings für die winzigen biologischen Verhältnisse noch keine Methode direkter Messung der umgesetzten Gewebsenergie. So liegt also auch in dem augenblicklich geübten Umrechnungsverfahren ein Unsicherheitsfaktor.

Das ist deshalb in der praktischen Bedeutung noch nicht völlig zu übersehen, weil die Röntgeneinheit selbst in der jetzigen Form nur bis zu einer bestimmten Energie (3 MeV) exakt verwendbar ist.

Schon aus dem Vorhergesagten geht wohl eindeutig hervor, wie lückenhaft trotz aller Bemühungen unsere Kenntnisse auf diesem großen Gebiet der gegenseitigen Bedingtheit von biologischem Objekt und zugeführter Energie sind. Die verschiedenen Strahlenarten — Alpha (α), Beta (β), Gamma (γ) — wirken biologisch unterschiedlich stark, weil sie entweder — wie zum Beispiel die Alphastrahlen — trommelfeuerartig auf kurze Entfernung das Gewebe oder Einzelzellen angreifen. Die Beta- und Gammastrahlen treffen weniger zahlreich in der Nähe, dafür erreichen sie mehr Zellen der weiteren Umgebung. Man nennt das die spezifische Ionisation.

Die dafür eingeführte Qualitätsbezeichnung der Strahlen in bezug auf den Körper (Einheit *rem* = »*r*oentgen *e*quivalent *m*an«) ist also keine physikalische Einheit, sondern eine biologische. Man kann es sich am besten durch einen Vergleich klarmachen: Wenn ich irgendein lebendes Gewebe bei gleicher Kraftanwendung einmal mit einem sehr spitzen, das andere Mal mit einem stumpfen Gegenstand treffe, so ergeben sich sehr unterschiedliche Wunden. Habe ich mit dem spitzen Stab Glück und verletze nicht gerade eine wichtige Hauptschlagader,

so wird die glatte Wunde verhältnismäßig schnell heilen. Die stumpfe Verwundung dagegen ruft erhebliche Gewebequetschungen hervor und heilt meist viel schlechter. Es ist daher einleuchtend, wenn

1 rad Röntgen-, Gamma- und Betastrahlung in etwa
= 1 rem entsprechen, aber
1 rad Alphastrahlung (dichtionisierende = stumpfer Stab)
= 20 rem erzielen.

Man nennt dieses Verhältnis zwischen rad und rem die relative biologische Wirksamkeit (RBW).

Beide Größen (rad und rem) lassen sich aber unter den heutigen Bedingungen nicht eindeutig bestimmen. Die Energiedosis rad kann praktisch nicht direkt im Körpergewebe, sondern nur über den Umweg der Luftionisierung gemessen werden. Die Definition von rem, der relativen biologischen Wirkung, ist aber noch ungenauer, da die sogenannte mittlere spezifische Ionisation von so vielen zusätzlichen biophysikalischen Faktoren abhängig ist, daß eigentlich für jede Tierart oder jeden Organismus und für jede Strahlenart unter bestimmten Umweltsbedingungen der biologische Effekt beschrieben werden muß, um zu Annäherungswerten zu kommen. Die bisherigen Experimente an Pflanzen und Tieren bringen zum Teil sehr unterschiedliche Ergebnisse mit Abweichungen um 100 bis 500 Prozent. Da beim Menschen die Erfahrung naturgemäß noch geringer ist, betonen *Hagen* und *Langendorff*, daß wir überhaupt noch keine Schlüsse ziehen dürften, da man bei dem augenblicklichen Stand der Diskussion noch nicht einmal die Frage des kritischen Organs (s. S. 205) neben der Allgemeinbelastung genügend berücksichtigt hätte. Daraus ergibt sich die Fragwürdigkeit der Festlegung von durchschnittlichen Dosiswerten in den Strahlenschutzverordnungen, solange keine ausreichenden, beweiskräftigen Grundwerte erarbeitet worden sind.

Jetzt haben wir uns so weit mit dem notwendigen Grundlagenwissen vertraut gemacht, daß wir das *Bild 28* mit Tabellen richtig lesen können. Diese Werte werden heute in der internationalen Gelehrtendiskussion gebraucht, und ich habe vorher genügend darauf hingewiesen, wie problematisch es ist, solche Durchschnittszahlen als Maßstab für den vorgesehenen Strahlenschutz zu nehmen, weil natürlich nicht nur starke Abweichungen je nach dem Wohn*ort*, sondern auch je nach der Wohn*art* zustande kommen. Eine Reihe von Untersuchungen *(Hultquist, Sievert)* hat gezeigt, daß sich zum Beispiel die Holzbauten in Schweden bezüglich der Strahlenabschirmung ganz

anders verhalten als Ziegelstein- oder Betonbauten, die zwar mehr von außen abfangen, aber dafür wieder Eigenabstrahlungen besitzen.

Erschwert wird die Berechnung weiterhin durch die Frage nach der sogenannten Gonadendosis (Gonaden = Keim- oder Geschlechtsdrüsen, männlich = Hoden, weiblich = Eierstock), für die *Sievert* zu folgenden Zahlen kommt:

Am Meeresspiegel	0,7–0,8 R pro 30 Jahre
in 2000 m Höhe	1,1–1,4 R pro 30 Jahre
in 4000 m Höhe	2,0–2,7 R pro 30 Jahre.

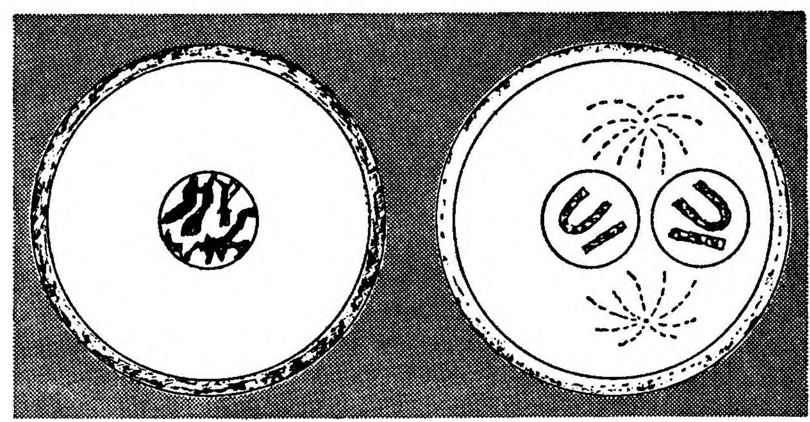
Es handelt sich hier um Werte, die durch die Ganzkörperbestrahlung der kosmischen Strahlen zustande kommen und die ergänzt werden müssen durch weitere Zusatzbelastungen (natürliche Gammastrahlen, natürliche radioaktive Substanzen im Körper). Insgesamt belaufen sich die Schätzungen für natürliche Gonadendosen in großen Bevölkerungsgruppen innerhalb von 30 Jahren auf 2,2 R – 5,2 R als Maximum. Trotz der ziemlich abweichenden Prozentwerte wird fast allgemein die Ansicht vertreten, daß die Keimdrüsenbelastung ungefähr die Hälfte der natürlichen Ganzkörperbelastung beträgt.

Rajewsky gibt an, daß man bei vorsichtiger Schätzung zur Zeit annehmen dürfe, daß die für den Einzelmenschen erträgliche Dosis bei künstlicher Bestrahlung dreißigfach höher sein könne als die natürliche Strahlung, hingegen kann man im Hinblick auf die Keimzellen nur die doppelte Dosis vertreten.

Für die Keimdrüsen bleibt stets die besondere Gefahr der Weitergabe einer noch so kleinen Schädigung an die nächste Generation. Deshalb wurden auch hier wieder Statistiken zu Hilfe genommen, die für die USA aussagten, daß die Kinder durchschnittlich bis zum 30. Lebensjahr erzeugt würden. Man sieht förmlich die Drohung in dieser Anmaßung schematischer Beurteilung — wehe dem, der aus der Reihe tanzt und seine Kinder später bekommt, auf den kann bei der jetzigen und künftigen Mehrbelastung durch die künstlich erzeugte Radioaktivität keine Rücksicht genommen werden!

Jede Änderung in der Erbmasse lebendiger Arten bezeichnet man als Mutation (lat.: mutare = verändern). Der Ansatzpunkt für solche Erbänderungen liegt in den Keimzellen, und zwar dort wiederum im Zellkern. Früher glaubte man, daß der Zellkern im Innern einer Zelle aus einem einfach kugeligen Gebilde bestünde *(Bild 29a)*. Heute weiß man, daß in ihm — unterschiedlich nach der Tierart — eine bestimmte Zahl von Fädchen eingelagert ist, die sich für die mikroskopische Untersuchung recht gut anfärben lassen. Weil sie so begierig Farbstoffe

Mutation durch Schäden an den Keimzellen

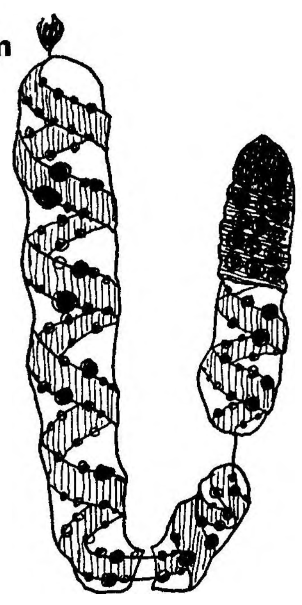


Einfache Zelle
mit kugeligem Zellkern

Kernteilung mit
unpaarigen Chromosomen

Abbildung 29 a

Chromosom



Die verschiedenen Erbanlagen
umgeben spiralenförmig
die durchsichtige Hülle

Abbildung 29 b

aufnahmen und man bei den ersten Beobachtungen im vorigen Jahrhundert noch nichts über ihre eigentliche Bedeutung wußte, hat man sie einfach »Chromosomen« (= Farbkörperchen) genannt. Sie behielten diesen Namen bei, obwohl man während der stetigen Verbesserung der feingeweblichen Untersuchungen immer mehr von ihrer wahren Eigenart als Träger der Erbanlagen kennenlernte. Auf dem *Bild 29b* wird deutlich, daß die Chromosomenfäden bei einem Teilungsvorgang der Zelle sich wie die Bänder eines Maibaums schraubenartig um eine durchsichtige Hülle lagern. Auf diesen mit Verdickungen versehenen Spiralen liegen die einzelnen Erbeinheiten (= Gene) verteilt. Sie bergen in sich das Wunder der Anlage zur Tier- oder Menschwerdung. Ihre unterschiedliche Ordnung, deren Triebkräfte wir nicht kennen, läßt uns zu Weißen oder Negern werden; von ihnen hängt es ab, ob wir hoch und schlank oder kurz und dick von Gestalt sind. Männliches oder weibliches Geschlecht, Haar- und Augenfarbe — alles hat seinen Platz in diesen Fädchen.

Barthelmeß gibt an, daß man beim Menschen etwa mit 50 000 Erbmerkmalen zu rechnen habe (untere Grenze der Wahrscheinlichkeit 5000, obere 100 000), von denen lediglich rund 200 sicher bekannt sind. Von nur 20 habe man bisher die spontane Häufigkeit des Mutierens berechnen können.

Der chemische Grundbaustein für die Erbsubstanz ist die Desoxyribonukleinsäure (abgekürzt DNS genannt). Dieser wiederum setzt sich aus 4 Nukleotiden zusammen. Sie sind gewissermaßen ein Kurzschriftkode; denn je nach ihrer Zusammenfügung für den DNS-Säurefaden ergeben sich unterschiedliche Erbeigenschaften. Bei der Reifeteilung in den Keimzellen werden von den vorhandenen 46 Chromosomenpaaren des Menschen 23 als Erbträger ausgewählt, die nach vorsichtiger Schätzung (E. *Hadorn*) 2^{23}, also acht Millionen verschiedenartige Möglichkeiten an Erbfaktoren im Samenfaden oder der Eizelle ergeben. Da diese nun bei der Befruchtung miteinander kombiniert werden, bleiben tatsächlich 2^{46} oder siebzig Billionen Variationen offen, eine unvorstellbare Zahl und sicher um vieles höher, als jemals Menschen gelebt haben und leben.

Man kann auch noch auf anderem Wege versuchen, sich einen kleinen Einblick in diese gewaltige Schöpferwerkstatt zu machen. Da die DNS-Stränge die Informationen enthalten, wie der werdende Körper von der Zeugung an aufzubauen ist und wie seine Stoffwechselfunktionen abzulaufen haben, müssen schon eine ganze Reihe von Vorschriften bereitliegen. Man hat errechnet, daß sich für den Menschen ein Informationsband von aufgerollt etwa 16 Milliarden Kilometer Länge erge-

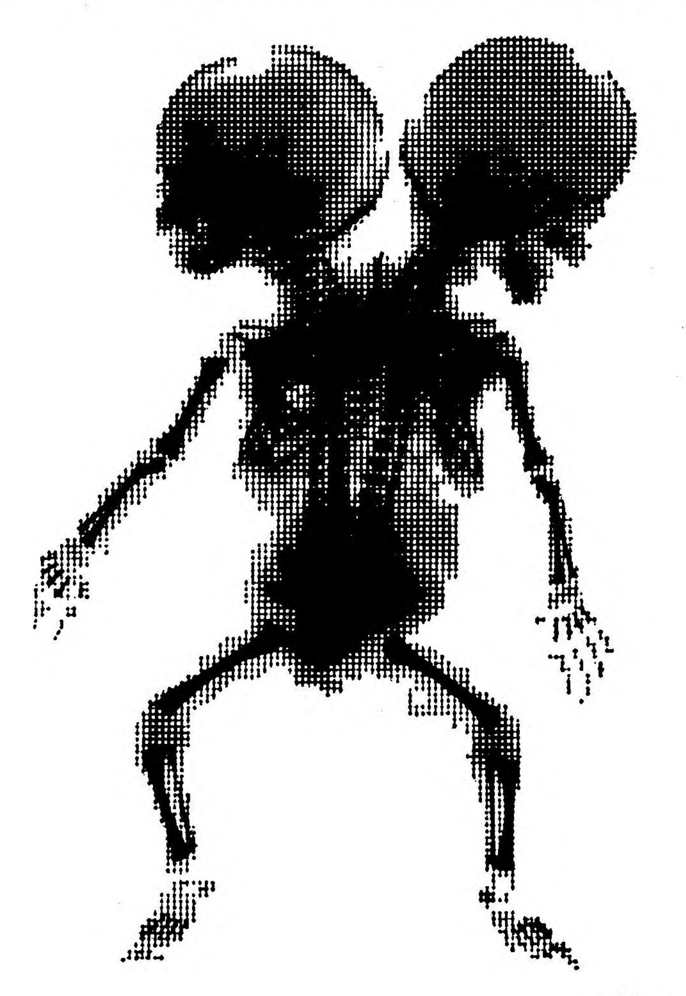


Abbildung 30

ben würde, das abzuspielen auf einem Tonbandgerät 2,4 Millionen Jahre dauern würde.

Genau wie ein Telegramm verstümmelt bei uns ankommen kann, gibt es auch Abweichungen, Fehlleistungen im Informationstext des Erbgutes. Das sind die Mutationen, von denen wir wissen, daß sie

fast alle auch zu einer Störung im normalen Auf- und Ausbau des Körpers führen. Je mehr Mutationen ausgelöst werden (z. B. durch Strahlen, bestimmte eingedrungene chemische Stoffe), um so größer die Gefahr von Erbkrankheiten.

Bei den jahrelangen Kontrollen bestrahlter oder mit chemischen Stoffen behandelter Tiere wurde offenbar, daß jeder Eingriff in den Erbkomplex fast immer Nachteile für die folgenden Generationen bringt. Dieses von den meisten Erbbiologen vorsichtig verwendete Wörtchen »fast« hat bei manchen Laien die Frage aufgeworfen, warum man dann eine Verdoppelung oder gar Vervielfältigung der Erbänderungsrate so fürchtet und unbedingt als schädlich für die Zukunft ansehen muß?

Zuerst ist davon auszugehen, daß die Diskussion über »schädlich« oder »günstig« immer Nutztiere oder Nutzpflanzen des Menschen betrafen und die Beurteilung im Hinblick auf die Brauchbarkeit für menschliche Zwecke erfolgte. Für die Selbstbehauptung der Art in der freien Natur gelten andere Maßstäbe.

In der natürlichen Umgebung müssen die schlechten Wirkungen der Erbänderungen gegen die guten ausgeglichen werden, und dieses Ausgewogensein hatte sich in der allgemeinen Harmonie für den Menschen in Jahrtausenden so weit eingespielt, daß ein unerheblicher Prozentsatz unvermeidbarer Mutationen die Artentwicklung nicht störte. Auch dabei waren die Folgen in der betroffenen Familie immer noch bedeutsam genug und führten durch die verschiedenen Abnormitäten zu tragischen Gruppenschicksalen. Aber der Mensch blieb auf seinem natürlichen Untergrund und veränderte bis vor kurzem seine Lebensbedingungen für die Art nicht so entscheidend, wie er das beispielsweise für einige Kulturpflanzen schon so stark gemacht hat, daß sie nur unter seiner ständigen Obhut existieren können.

Wie solche künstlichen Ausleseverfahren zu werten sind, liest man bei *Westergaard:*

»Es ist bekannt, daß Röntgenstrahlen mit beträchtlichem Erfolg eingesetzt wurden, um Mutationen für höhere Erträge bei einigen Kulturpflanzen, insbesondere Gerste, zu induzieren, und daß die gleiche Methode angewandt worden ist, um mit großem Erfolg den Penicillin-Ertrag bei dem Schimmelpilz Penicillium zu steigern.

Nur ein Bruchteil übersteht diese Behandlung, und unter den Überlebenden ist vielleicht eine von tausend Mutationen eine Verbesserung hinsichtlich der einen Eigenschaft, um derentwillen wir die Selektion betreiben. Alle übrigen werden rücksichtslos vernichtet. Selbst die Mutation, die in unserer künstlichen Umwelt einen positiven Wert haben

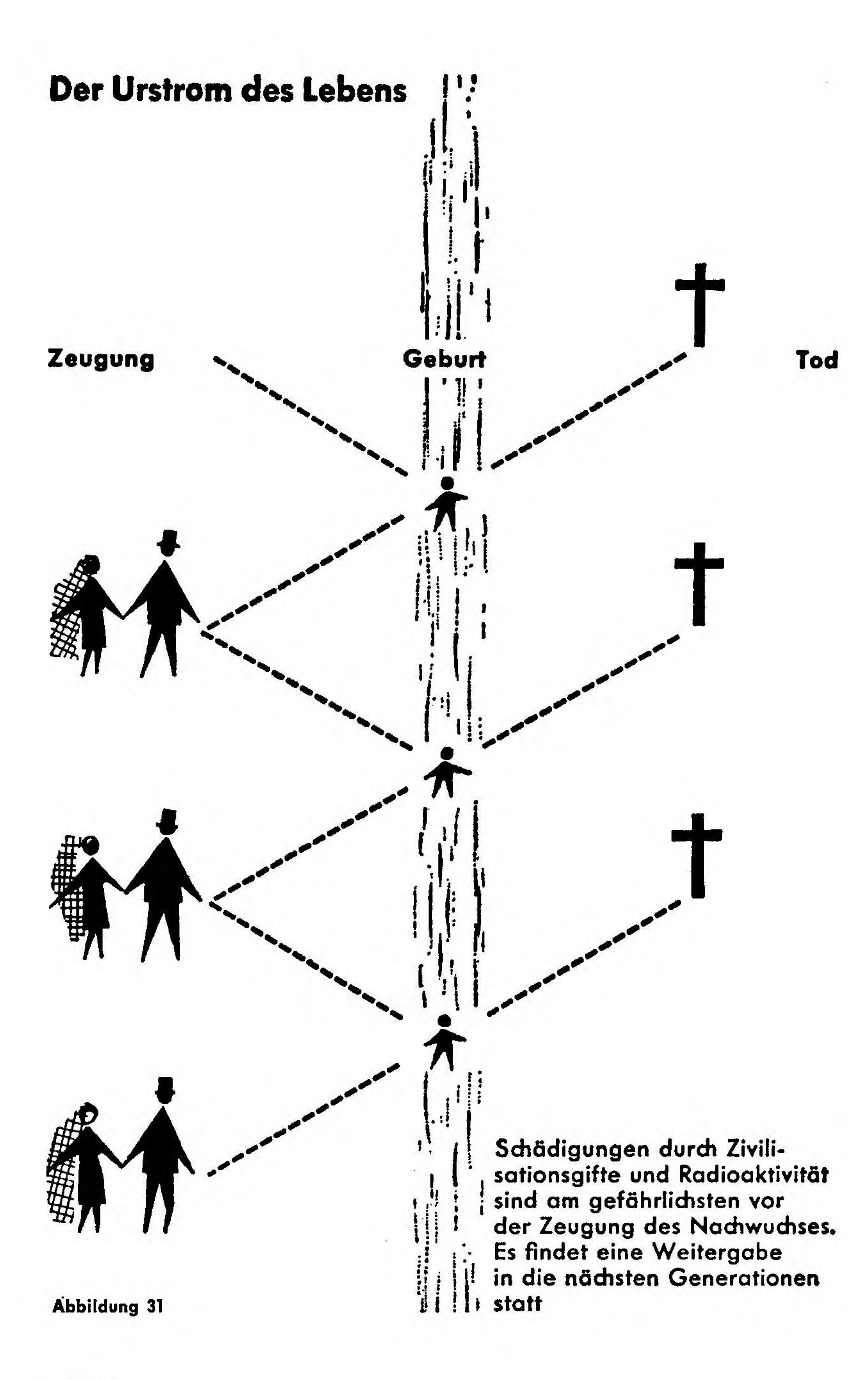


Abbildung 31

kann, ist der wilden Art wahrscheinlich in jeder anderen Hinsicht unterlegen und würde in der Natur niemals erhalten bleiben.«

Aber selbst wenn der Mensch die Forschung von seinem Nützlichkeitsstandpunkt aus betreibt und zum Beispiel bei den Kulturpflanzen seine eigenen Normen setzt, muß er damit rechnen, »daß auf etwa 300–600 nachteilige Mutationen eine einzige positiv zu wertende kommt.«

Wer sich vermessen wollte, ähnliche Maßstäbe beim Menschen anzulegen und ihn gar in dieser Richtung zum Versuchsobjekt erniedrigen will, der ist härter zu richten als die dagegen harmlosen Gewaltverbrecher unserer Zeit!

Wir müssen für die Betrachtung beim Menschen ebenfalls davon ausgehen, daß es natürliche (= spontane) Erbänderungen gibt, durch die geistige Defekte, Mißbildungen, Störungen der Blutbildung und des Zusammenspiels hormonaler Drüsen (Kretin), Haut- und Knochenkrankheiten hervorrufen werden können. Man rechnet in etwa 2—3 % aller Lebendgeburten mit solchen erbmäßigen Defekten.

Unsere technisch bestimmte Zivilisation vergrößert mit den bereits beschriebenen Vergiftungsmöglichkeiten (Chemikalien verschiedenster Art, Luftverpestung, berufliche Gefährdung) und deren Einwirkung auf die Keimzellen diese nicht gerade angenehme Situation. *Barthelmeß*, der diese Einwirkungen auf die Keimzellen für noch verderblicher hält als die Strahlengefahr, unterscheidet mindestens drei Schadensmöglichkeiten: »entweder durch direkte Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung der schon vorhandenen Erbsubstanz, oder dadurch, daß sie Fehler bei der Nachbildung oder bei der richtigen Verteilung des Erbgutes verursachen.« In diesem Sinne bedenklich oder mit sicher nachweisbaren Störungsfaktoren werden von ihm erwähnt: Alkohol, Koffein, Nitrit, viele Medikamente, sogenannte Zellgifte (Cytostatica), narkotisch wirkende Substanzen. Die Vorstellung ist falsch, daß die zunehmende künstliche radioaktive Umweltstrahlung ein unbelastetes Menschengeschlecht träfe. Im Gegenteil, die verschiedenen chemischen Substanzen haben bereits Vorschädigungen gesetzt, die neuen Strahlenquellen wirken in gleicher Richtung. Ebenso wie *Barthelmeß*, haben auch *Dehlkers* und *Marquardt* auf diese Zusammenhänge hingewiesen. Letzterer hat einen anschaulichen Vergleich gebracht:

»Es ist nicht so, daß die menschliche Erbsubstanz sich in der Situation eines an seinen zwei Enden aufliegenden Stabes befindet, auf dessen Mitte Gewicht nach Gewicht gelegt werden kann, bis er schließlich überlastet bricht, sondern das Atomzeitalter trifft bereits einen mit

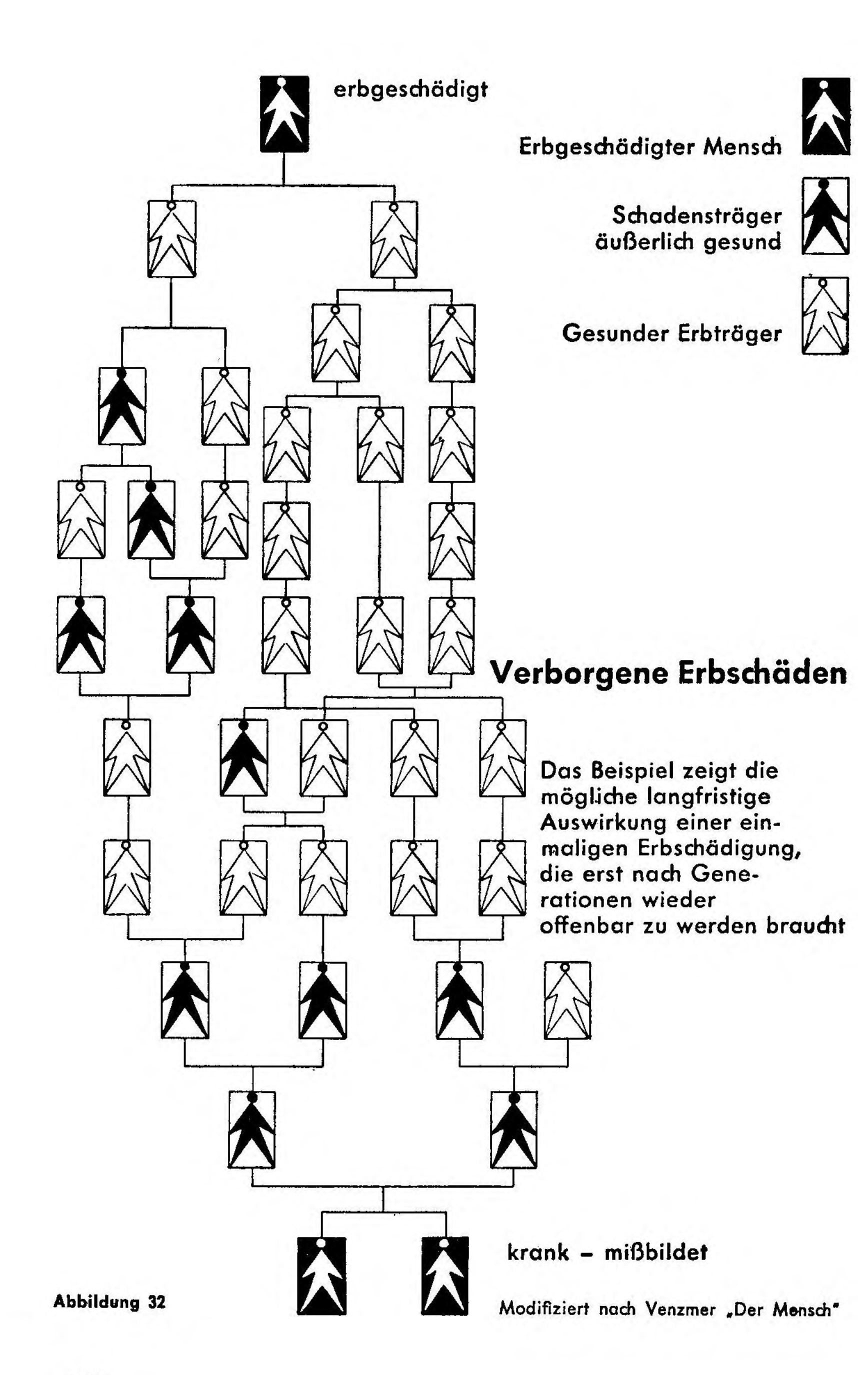


Abbildung 32

zahlreichen Gewichten vorbelasteten Stab, der nur noch wenig zusätzliche Gewichte erträgt, bis er maximal ausgelastet ist.«

Wären die Zivilisationsgifte so massiv, daß praktisch in jeder Familie ein mißgebildetes »Warnkind« aufträte und die anderen gesund blieben, dann würden sich wahrscheinlich alle Menschen gegen den um sich greifenden Vernichtungswahn wehren. Aber genau wie bei den chronischen Giften im Leben des Einzelmenschen zählt für den an die nächste Generation übertragbaren Erbschaden niemals die Einzeldosis, sondern *die in den Geschlechtszellen jeder Person angereicherte Gesamtdosis von Lebensbeginn bis zur Zeugung des letzten Kindes.* Daher kommt es, daß diese Vergiftungen unterschwellig, unbemerkt verlaufen, obwohl sie letztlich noch gefährlicher sind, da sie an die »ewige« Erbsubstanz des Menschen gehen. Das, was uns bei der begonnenen Sorge bereitet, ist an sich als Möglichkeit durch die anderen Zivilisationsschäden genauso vorhanden. Verständlicher, wenn auch für wissenschaftliche Ohren sicher zu populär ausgedrückt, könnte man diese Gifte als erbbiologische »Zeitzünder« bezeichnen, das heißt, sie und weiteren zukünftigen Strahlenbelastung des Erbgutes so große sind bei stetigem Umsichgreifen genauso gefährlich wie die ionisierende Strahlung, die nur dadurch jetzt schon eine so große Bedeutung hat, weil sie keinen Menschen auf der ganzen Erde mehr ungeschoren läßt — und weil verspätet eingeleitete internationale Schutzmaßnahmen das Unheil nicht mehr abwenden können . . .

Von sehr weittragender Bedeutung für die Zukunft einer Art sind solche Erbbelastungen, deren Charakter als Erbschaden gar nicht ohne weiteres erkannt werden kann, weil keine äußeren Auffälligkeiten bestehen. Dazu gehört zum Beispiel eine verminderte Fruchtbarkeit, Herabsetzung der allgemeinen Lebenskraft (Vitalität). Sie werden häufig von günstigen Anlagen in den Hintergrund gedrängt, und man sieht es dem männlichen oder weiblichen Geschöpf mit solchen Erbeigenschaften nicht an, daß es Zwischenträger für den Artentod ist. Anscheinend wirkt sich allerdings bei diesen Individuen das in ihnen schlummernde ungünstige Merkmal auf ihr persönliches Leben unvorteilhaft aus, die Feststellung solcher Zusammenhänge mit unseren heutigen Nachweismethoden ist leider praktisch unmöglich. Man hat lediglich Schlüsse aus manchen Tierversuchen und Einzelbeobachtungen am Menschen ziehen können. Die Katastrophe setzt ein, wenn in irgendeiner Generation zwei Partner zusammentreffen, die einen oder mehrere ähnliche, oder auch verschiedene unterdrückte ungünstige Erbkomplexe in sich tragen und nun durch das Ei und den Samenfaden

weitergeben. Wir wissen, daß solche unterdrückten Merkmale lange Generationen weitergeschleppt werden können.

Allerdings ist es leicht denkbar, daß die systematische Unterwühlung des empfindlichen Erbgutes schon recht bald menschlichen Planungen ein Ende setzt. Es ist nämlich leicht zu verstehen, daß die Gesamtsituation für die Erdbevölkerung um so ungünstiger wird, je mehr Menschen ohne ihr Wissen durch die Zivilisationseinflüsse in ihrer Erbsubstanz geschädigt werden. Die Chance, daß sich derart belastete Partner zu einer Gemeinschaft zusammenfinden, wird dadurch ständig größer. Wenn die Rate der Erbänderungen eine bestimmte Größe überschreitet, dann tritt dadurch für die Entwicklung der Art eine Hemmung, unter Umständen ein vollständiger Stopp ein. Es ist mehr als fraglich, ob unter den heutigen Lebensbedingungen ein Gleichgewichtszustand für die Organismen zu halten ist, wie ihn frühere Zeiten hatten, da Ausmerzung und Neuzugang von Schäden in ein immer schlechteres Verhältnis zueinander geraten sind. Dazu Angaben von *Barthelmeß (1963):*

»In Westdeutschland arbeiten mit Röntgenstrahlen beruflich bereits 60 000—70 000, mit radioaktiven Isotopen mindestens 6 000 Personen. Diese Zahl steigt ununterbrochen mit der sich ständig erweiternden Anwendung von Strahlenquellen aller Art, vor allem der besonders bedenklichen radioaktiven Stoffe. Noch umfangreicher ist die überdurchschnittliche chemische Belastung weiter Bevölkerungskreise:

ca. 4 500 behördlich bekannte Rauschgiftsüchtige
etwa 250 000 behördlich bekannte Trunksüchtige
jährlich rund 7 000 meldepflichtige berufliche Vergiftungen
etwa 1,5 Millionen, die durch ihren Beruf ständig bestimmten chemischen Belastungen ausgesetzt sind.
jährlich etwa 3 Millionen, die sich einer Operation mit Narkose und starker Medikamentenbehandlung unterziehen müssen.
1960 wurden von etwa 6 Millionen Gewohnheitsrauchern insgesamt 60 Milliarden Zigaretten und 6 Milliarden Zigarren konsumiert.

rund 19 Millionen leben in Großstädten und jeder von ihnen nimmt in seine Lungen bis zum 30. Lebensjahr die Verunreinigungen von 150 Millionen Litern Luft auf.

Seit der große amerikanische Vererbungsforscher *H. J. Muller* 1927 in einer Reihe von genialen Versuchen an der Bananenfliege nachgewiesen hat, daß Erbänderungen durch Radium- und Röntgen-

bestrahlungen künstlich erzeugt werden können, sind die Genetiker auf der ganzen Welt bestrebt, ihren Mitmenschen die ungeheure Gefahr die im leichtsinnigen Umgang mit strahlender Substanz liegt, klarzumachen. In diesem Buch findet der Leser eine Reihe von wissenschaftlichen Aussagen wiedergegeben, die sich gegenseitig widersprechen. Es ist deshalb besonders bemerkenswert, daß die Erbforscher fast ausnahmslos hinter den ständig wiederholten Warnungen stehen. Gegen sie kann der Vorwurf widerspruchsvoller Haltung oder einer Verniedlichung der Gefahr nicht erhoben werden. Sie sind zu sehr beeindruckt von der fortschreitenden radioaktiven Verseuchung unserer Umwelt. Es gibt nach den einmütigen Feststellungen *aller* Genetiker für die erbändernde Wirkung einer Strahlung keine untere Grenze.

Auch die Arbeiten von K. G. *Lüning* und neuerdings I. F. *Spalding* dürften daran nichts entscheidend ändern. Zwar hat Spalding Mäuse in 32 Generationen einem Drittel der tödlichen Strahlungsdosis ausgesetzt und keine so groben Veränderungen gesehen, daß man daraus auf eine mögliche Artenausrottung schließen dürfte. Was bei der gesamten Versuchsanordnung mißtrauisch macht, ist die Tatsache, daß weibliche Tiere unbestrahlt blieben. Wäre das geschehen, hätte der Versuch wahrscheinlich schon in der ersten Nachfolgegeneration sein Ende gefunden. Der Bericht kommt aus der Atombombenstadt Los Alamos und trägt den Stempel bewußter Unsicherheitserzeugung in der Öffentlichkeit, für die er bestimmt war. Er scheint ähnlichem zweckgerichtetem »Forschen« entsprungen zu sein wie bestimmte Veröffentlichungen, die eine Ehrenrettung der Zigarette als Krebsverursacher versuchen!

Haldane hat den falschen Begriff einer nichtschädlichen Strahlendosis an einem einleuchtenden Beispiel klargemacht. Es widerlegt den völlig unrichtigen Vergleich mit gewöhnlichem Gift, von dem der hundertste Teil der durchschnittlichen tödlichen Dosis nicht mehr gefährlich ist. »Wenn aber jemand die Intensität eines Maschinengewehrfeuers in einer Straße auf ein Hundertstel der Intensität vermindern würde, die die Hälfte aller die Straße überquerenden Passanten tötet, so würde immer noch einer von 200 Personen getötet werden. Dasselbe gilt für eine Reihe von Strahlenwirkungen, wahrscheinlich einschließlich der Leukämie und der Mutationen. Trotzdem fahren regierungsamtliche Stellen fort, Angaben über Sicherheitsgrenzen für radioaktive Schädigungen und dergleichen zu veröffentlichen, die auf Methoden beruhen, die bei Blei, Arsen und anderen Giften recht erfolgreich waren.«

Daß man mit Röntgenbestrahlung Kaninchen unfruchtbar machen kann, war seit den Untersuchungen des Hamburgers *Albers-Schönberg*

(1903) bekannt. Man scheute sich gar nicht, diese Erfahrungen möglichst schnell einfach auf den Menschen zu übertragen, weil es so bequem erschien, Ehepaaren, die das Kinderkriegen noch ein wenig hinausschieben wollten, zu »helfen«! Der weitbekannte deutsche Frauenarzt *Martius* erzählt dazu aus seiner Erinnerung:

»Als ich nach dem Kriege im Jahre 1918 in die Bonner Frauenklinik zurückkehrte, hatte im Rheinland eine neuartige Behandlungsmethode mit Röntgenstrahlen schon eine weite Verbreitung gefunden, nämlich die zeitweilige Ausschaltung der Eierstockfunktion mit Röntgenstrahlen. Bei meiner ersten Besprechung mit meinem Chef und Lehrer *Otto v. Franque* über dieses Thema, sagte dieser nachdenkliche Frauenarzt mit besorgter Miene: ›Und was wird aus dem Nachwuchs werden?‹ Seitdem habe ich mich mit dieser Frage beschäftigt und auch gleich mit tierexperimentellen Untersuchungen begonnen.«

Die deutschen Erkenntnisse auf diesem Gebiet liegen 30 Jahre zurück, trotzdem sah sich in jüngster Zeit *Nachtsheim* genötigt, gegen den in den USA noch üblichen Mißbrauch strahlender Energie Stellung zu nehmen:

«1956 erschienen in den USA mehrere Arbeiten über Röntgenreizbestrahlung der Ovarien zur Beseitigung weiblicher Sterilität, in denen über die Bestrahlung der Eierstöcke zahlreicher Patientinnen mit je 3 × 100 R, dazu gleichzeitig der Hypophyse ebenfalls mit je 3 × 10 R innerhalb von drei Wochen berichtet wird. Es heißt weiter, daß 2000 bis 3000 Frauen in den USA nach einer solchen Strahlenbehandlung Kinder geboren haben, körperlich und geistig gesunde Kinder, und es seien auch schon Enkelkinder da, die keinerlei Anzeichen trügen, daß ihre Großmütter eine Röntgenreizbestrahlung der Ovarien und der Hypophyse durchgemacht haben. Die Wahrscheinlichkeit, daß bei einer Bevölkerung von 180 Millionen in den USA Nachkommen bestrahlter Mütter sich zusammenfinden, sei äußerst gering, und mit dieser Feststellung glaubt man in mangelhafter Kenntnis der Vererbungsgesetze die Befürchtungen der Genetiker bagatellisieren zu können.«

Solche Warnungen werden nicht nur in den USA in den Wind geschlagen, sondern auch in Europa versucht man erneut für verschiedene Frauenerkrankungen die »ungefährliche« Eierstockbestrahlung wieder populär zu machen, wie Veröffentlichungen aus der letzten Zeit beweisen.

So hat Ira I. *Kaplan* aus Chicago etwa 800 Frauen innerhalb 33 Jahren mit 50—90 R für jeden Eierstock gegen Unfruchtbarkeit bestrahlt. An Hand der üblichen Mißbildungsstatistik kommt er zu

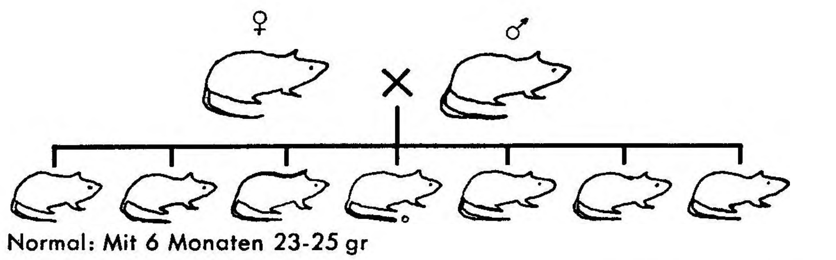
dem Resultat, daß die Methode nicht gefährlicher sei als andere, und gibt damit einen Beweis für schlechte wissenschaftliche Grundlagenarbeit. Leider werden solche unkritischen Darstellungen gern aufgegriffen, um angebliche »Schwarzseher« zu überführen.

In seiner eindrucksvollen und auch für Laien gut lesbaren Schrift über Erbfragen erzählt der dänische Zoologe *Bröndsted,* daß er die Anregung dazu eigentlich durch die unbedachte Äußerung eines bekannten Röntgenarztes bekommen habe. Dieser meinte, »daß er die Gefahr der Röntgenbestrahlung für seine eigene Erbanlage für nicht von Bedeutung halte, habe er doch drei gesunde und tüchtige Knaben gezeugt.« Darin sieht B. mit Recht einen Beweis dafür, daß die Bedeutung der Erbbiologie mit ihren Folgerungen für die erbmäßige Zukunft des Menschen noch nicht genügend bekannt ist und leider auch nicht verstanden wird.

Die Abbildungen 34/35 entsprechen den Verhältnissen, wie sie bei den Bombenangriffen von Hiroshima und Nagasaki vorgekommen sind, wenn schwangere Frauen eine hohe Strahlungsdosis erhalten haben. Der zunächst auftretende auffällige Effekt ist das Absterben des noch ungeborenen Kindes oder das Auftreten von Mißbildungen durch die *direkte* Einwirkung auf das in der Gebärmutter liegende Kind. Je jünger die Leibesfrucht im Augenblick der Bestrahlung, desto größer die Wahrscheinlichkeit von zahlreichen Abnormitäten.

»Die Bombe von Nagasaki explodierte am 9. August 1945. Zu diesem Zeitpunkt waren 98 Frauen in einem Gebiet der Stadt schwan-

Normale Fortpflanzung **Abbildung 33**



ger, das einen Durchmesser von zwei Kilometern hatte und direkt unter dem Explosionspunkt der Bombe lag, in dem Gebiet also, das man das Hypozentrum nennt. Von den 98 Embryos starben 28 Prozent, noch bevor das normale Geburtsalter erreicht war. Um Vergleichsmaterial zu haben, wurden ›Kontrollen‹ ausgewählt, und zwar eine Gruppe von Frauen, die vier bis fünf Kilometer vom Hypozentrum der Bombe entfernt lebten. Um eine geeignete Vergleichszahl zu haben, wurden aus dieser Gruppe 1774 Frauen willkürlich für die Untersuchung herangezogen. Unter diesen 1774 Kontrollen waren 113 am 9. August 1945 schwanger. Von deren Embryos wurden nur 2,6 Prozent nicht geboren. Man darf also feststellen, daß die Embryosterblichkeit im Hypozentrum fürchterlich war. Außerdem muß als gegeben angenommen werden, daß manche Frauen im allerersten Stadium der Schwangerschaft waren, ohne daß sie es selbst wußten, weshalb sie auch den untersuchenden Wissenschaftlern keine Angaben machen konnten. Zweifellos sind auch viele dieser ganz jungen Embryos von den Strahlen tödlich getroffen worden, und die Frauen blieben unfruchtbar.

Auch bei den noch zur Welt gebrachten Kindern zeigten sich traurige Auswirkungen der Bestrahlung. Verschiedene starben schon im ersten Lebensjahr, andere bald darauf. Nur die Hälfte der Kinder von 30 am schlimmsten getroffenen Müttern erreichte ein Alter von sechs Jahren. Die Körperlänge der überlebenden Kinder war drei Zentimeter kleiner als die normale, das Gewicht war zwei Kilogramm geringer, beides Zeichen einer herabgesetzten Vitalität. Der Umfang des Kopfes war zwei bis drei Zentimeter kleiner, was auf ein kleineres Gehirn schließen läßt. Mehrere der Kinder wiesen auch verringerte geistige Fähigkeiten auf, einige von ihnen konnten mit fünf Jahren noch nicht sprechen.«

Diese Art der Schädigung ist hier aber nicht als Vererbungskrankheit gemeint, obwohl der Unerfahrene das anfangs meinen muß, da ja die zur Welt kommenden Kinder Verkrüppelungen aufweisen. Für die Vererbung wichtig ist jedoch *die* Strahlenmenge, die einmal die Eierstöcke der Mutter zusätzlich erhalten haben, zum anderen die Belastung der Keimdrüsen (Eierstock *oder* Hoden) des noch ungeborenen Kindes, falls es lebend zur Welt kommt und noch zeugungsfähig werden sollte. Man muß demnach mindestens vier Arten von Schädigungen bei Mutter und Kind unterscheiden.

1. Allgemeiner Bestrahlungsschaden der Mutter
2. Bestrahlungsschaden der Eierstöcke der Schwangeren

3. Allgemeiner direkter Bestrahlungsschaden der Leibesfrucht mit der Möglichkeit von Mißbildungen
4. Bestrahlungsschaden der Keimdrüsen der Leibesfrucht.

Ist die eingestrahlte Dosis ziemlich hoch, stirbt die Leibesfrucht in jedem Falle ab, wie es auf *Bild 34* dargestellt ist.

Nun kann eine solche Strahlung Mann und Frau zu einem anderen Zeitpunkt treffen, zum Beispiel wenn die Frau nicht schwanger ist. Dann betrifft die Schädigung

a) die Eierstöcke der Frau
b) die Hoden des Mannes.

Da die Hoden des Mannes außerhalb des Bauchraumes liegen, sind sie strahlengefährdeter als die tiefer gebetteten und durch die Beckenknochen sowie Muskel- und Fettschichten besser geschützten Eierstöcke der Frau. Bleibt der Mensch am Leben, so kann er gänzlich oder zeitweilig unfruchtbar werden, ohne daß dies äußerlich wahrnehmbar sein muß. Aus der Ehe solcherart geschädigter Menschen entstehen keine Kinder, das heißt, der geschädigte Zweig des Menschenbaumes treibt nicht mehr. Man kann sich das Ergebnis ruhig unter diesem Bilde vorstellen, denn auch an einem starken Baum kommt es vor, daß Fruchtzweige absterben und zugrunde gehen. Das braucht noch nicht das Ende des Baumes zu sein. In der Tat haben wir nämlich aus der Anfangszeit des Umganges mit den Röntgenstrahlen, als sich viele Ärzte,

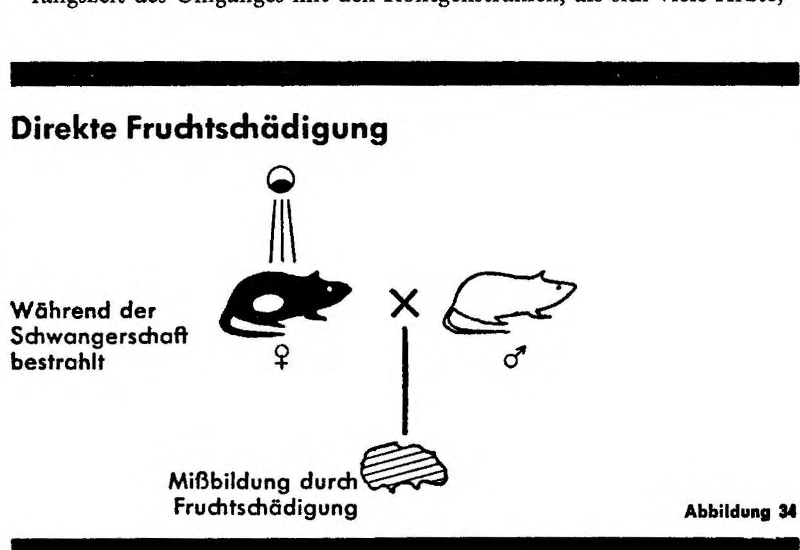


Abbildung 34

ungeschützt, ohne Bleischürzen, Bleihandschuhe und andere Abschirmungen, tagtäglich den Belastungen aussetzten, ein Unfruchtbarwerden beobachtet. Bleibt der Kreis von Menschen, der freiwillig oder unfreiwillig solchen höheren Dosen ausgesetzt wird, klein, so ist die Menschheit insgesamt dadurch nicht gefährdet, daß der eine oder andere Zweig ausfällt. Nur für diese Situation paßt auch der immer wieder herangezogene Vergleich mit den für den Fortschritt so notwendigen Opfern, wie sie von allen Nationen im Dienste der Erforschung und des Wesens der Radioaktivität gebracht wurden.

Zugleich mit der weltweiten atmosphärischen Durchseuchung mit Radioaktivität ergibt sich die Tatsache, daß praktisch nicht mehr wie früher noch vollkommen gesunde Menschengruppen vorhanden sind. Wir finden nunmehr überall, ob wir im Urwald oder in der Großstadt leben, eine mehr oder minder starke Belastung des Einzelmenschen und seiner Keimdrüsen durch radioaktive Ausstreuungen. Die damit im Zusammenhang auftretenden Verschiebungen im Erbgefüge können dem Laien nur in stark vereinfachter Form verständlich gemacht werden. Die Bilder 32 *und* 35 sollen zeigen, wie eine noch so kleine durch Strahleneinflüsse aufgetretene Umstellung (= Mutation) durch Generationen weiter vererbt wird, ohne daß dabei an dem äußeren Erscheinungsbild von Mensch oder Tier die geringste Abweichung zu erkennen ist. Das ändert sich aber, wie schon erklärt, sofort, wenn zwei Partner zusammentreffen, die jeder für sich eine solche versteckt gelagerte Anlage in ihren »Erbfäden« tragen. Entweder ist in dem Augenblick der Befruchtung sofort auch der Todeskeim gelegt und das Ei entwickelt sich gar nicht erst weiter, oder aber es treten die verschiedensten geistigen und körperlichen Mißbildungen auf.

Man soll sich nicht der trügerischen Hoffnung hingeben, daß dies alles beim Menschen nicht so schlimm werden würde, wie das die superklugen Optimisten behaupten, die meinen, daß mit Tierversuchen gar nichts für den Menschen zu beweisen sei.

Aus den bisher vorliegenden Ergebnissen ist zu folgern, daß in der ganzen Welt des Lebendigen der Vererbungsvorgang und die damit verbundenen Variationen nach dem gleichen Prinzip der Weitergabe des Erbgutes von einer Generation zur anderen gesteuert werden. Gemeint ist die Konzentration der gesamten Anlagen des zukünftigen Lebewesens in der Keimzelle und der sinnvolle Austausch der einzelnen Erbkomplexe bei der gegenseitigen Durchdringung im Befruchtungsvorgang.

Nicht gleich ist allerdings die *Empfindlichkeit* gegenüber der Radioaktivität bei den verschiedenen Tierarten, und wir haben berechtigten

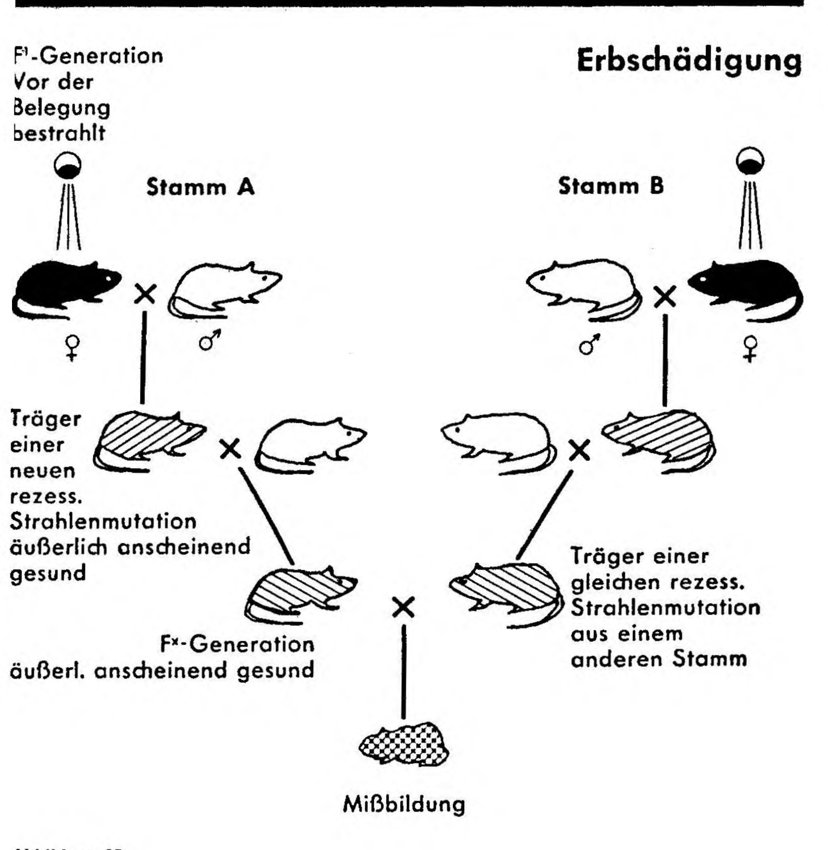


Abbildung 35

Tabelle der spontanen Mutationsraten einzelner Gene pro Generation

Drosophila im Durchschnitt	1 : 100 000 — 1 : 200 000
Maus: rezessive, sichtbare Mutationen	1 : 30 000 — 1 : 50 000
Mensch: 2 rezessive, sichtbare,	
geschlechtsgebundene Mutationen	1 : 29 000
7 rezessive, sichtbare Mutationen	1 : 52 000

(Nach H. Marquardt, »Natürliche und künstliche Erbänderungen«)

Grund zu der Annahme, daß der hochdifferenzierte Mensch eine besonders gefährdete unstabile Position innehat.

Vielleicht spielt neben anderen Dingen dabei die Tatsache eine wichtige Rolle, daß in den Körper aufgenommene winzige Strahlen, die man als unbedeutend ansehen möchte, beim Einzelmenschen und im Erbgefüge unter Umständen verheerende Wirkungen entfalten können. Das tritt dann ein, wenn in bestimmten Zellgruppen sogenannte Makromoleküle mit Steuerungsfunktionen getroffen werden. Diese Steuerungsvorgänge spielen in einem hochentwickelten Organismus vielfach eine lebensentscheidende Rolle.

Wie bereits ausgeführt, muß der Mensch genau wie alle anderen Organismen mit immer wieder unerwartet auftretenden Erbänderungen rechnen, von denen man nach den Kenntnissen der letzten Jahrzehnte glaubt, daß sie zum größten Teil durch die natürliche Strahlung hervorgerufen werden. Will man nun die Schädlichkeit einer Strahlenart im Hinblick auf ihre Einbrüche in das Erbgefüge kennzeichnen, so setzt man sie in Beziehung zu der bei manchen Organismen bereits bekannten Zahl von Erbänderungen durch die natürliche Strahlung. Zieht man sich zur Verdeutlichung einmal die beigefügte Tabelle heran, so erkennt man, daß bei der Taufliege (Drosophila) im Verhältnis zur Maus und zum Menschen viel seltener mit Erbänderungen gerechnet zu werden braucht oder umgekehrt ausgedrückt:

Die Vergleichsbeobachtungen zeigen, daß anscheinend Säugetiere und besonders der Mensch empfindlicher sind und ihr Erbgefüge leichter angreifbar ist. Man kann nach den bisherigen Ergebnissen vermuten, daß eine Beziehung zwischen der in den Keimzellen vorhandenen Zahl von Farbkörperchen und der Anfälligkeit für künstliche Einflüsse besteht. Daher mögen sich auch gewisse Widersprüche der Experimente erklären, von denen übrigens bisher noch nicht genügend unternommen wurden.

Allerdings bedarf es für eine weitere Klärung ungeheurer Mühen, wenn man bedenkt, wieviele Mäuse zum Beispiel in Versuche hineingenommen werden müssen, um ein bestimmtes erbbiologisch wichtiges Ergebnis statistisch zu sichern: »Nach *Carter* ¼ Million Mäuse aus bestrahltem Sperma (= Samenfäden) und ½ Million Kontrollen. Also Zucht von ¾ Millionen Mäusen in einem Experiment! Ein Experiment, das auch bei breitesten Zuchtmöglichkeiten viele Jahre laufen muß, Jahr für Jahr muß immer wieder der gleiche Versuch mit möglichst vielen Individuen angesetzt werden, mit größter Sorgfalt muß unermüdlich Tier um Tier geprüft werden, bis man schließlich ein gesichertes Ergebnis melden kann.«

Um einen Anhalt für eine mögliche Gefährdung größerer Bevölkerungsgruppen zu haben, hat man den Begriff der »Verdoppelungsdosis« eingeführt. Man versteht darunter *die* Strahlenmenge, die imstande ist, das vorhandene natürliche Gleichgewicht so weit zu stören, daß die doppelte Anzahl von Erbänderungen auftritt. Man darf also nicht den Fehler machen und einfach die natürliche Einstrahlung (3—5 R) um den doppelten Betrag erhöhen, vielmehr ist es bisher völlig unklar, welche Dosis wirklich beim Menschen imstande ist, die Verdoppelung der Erbänderungen (= Mutation) zu erzeugen. Sie kann unter 3 R in 30 Jahren, aber auch über 50 R liegen! In diesem Punkt sind sich die Erbforscher nicht einig. Ihre Schätzungen gehen von 3—4 R bis zu 150 R! Das wird verständlich, wenn man bedenkt, daß bisher größere Übersichtsuntersuchungen nun an der Taufliege gemacht wurden. Die Experimente, die *Russel* in Oak Ridge (USA) an circa 100 000 Mäusen durchgeführt hat, brachten lediglich die unangenehme Überraschung, daß man bei diesen Säugetieren mit einer höheren Strahlenempfindlichkeit zu rechnen hat.

Die Beobachtungen am Menschen sind durch die langen Generationsfolgen erschwert, und daher konnten die bislang gemachten Kontrollen in Familien von Röntgenärzten, Röntgenassistentinnen und -technikern sowie bei strahlenbehandelten Patientinnen natürlich noch keine endgültigen Ergebnisse liefern. Insofern sind auch Berichte aus den bombardierten japanischen Städten im Hinblick auf erbliche Schäden zum jetzigen Zeitpunkt noch ohne jeden Beweiswert (s. Angaben von *Schull* und *Noel S. 91)*. Man kann nicht erwarten, daß über die beschriebenen Direktwirkungen bei Hochdosierung hinaus die echten Erbschädigungen schon erkennbar werden. Das dauert eben Generationen. Leider hat man aber diese jedem Fachmann geläufigen Tatsachen dazu benutzt, den Unkundigen durch die Presse zu beruhigen.

Das wird besonders deutlich, wenn man Rede und Gegenrede auf der internationalen Zusammenkunft der Erbforscher in Japan (1956, 6. bis 11. September) kritisch betrachtet. Dort kam der Amerikaner *Schull* bei dem Bericht über die Nachkommen betroffener Eltern aus Hiroshima und Nagasaki erstmals zu dem Ergebnis, daß keine klaren, erkennbaren Wirkungen der Atombombe gegenüber unbelasteten Nachkommen festgestellt werden konnten. Wenn er auch mehrfach einschränkend bemerkte, daß die angewandte Untersuchungsmethode unzulänglich sei und mit einer erheblichen Zahl von Fehlern behaftet, so mußte er sich doch von *Nishiwaki* eine Fülle von Einwänden gefallen lassen, von denen der schwerste war, daß die für die Bestimmung der Strahlungsmenge angewandte Methode nicht zuverlässig sei.

Trotzdem wurde diese sachliche Entgegnung nur dort veröffentlicht, wo man kein Interesse hatte an der Vertuschung der Wahrheit! Wie die genaueren Nachprüfungen des Zahlenmaterials nach der Freigabe zeigen, sind aber tatsächlich bereits Verschiebungen gegenüber normalen Generationsfolgen erkennbar (s. S. 91).

Trotz der Unvollkommenheit unseres Wissens ergeben sich jetzt bereits einige grundlegende Erkenntnisse aus der Erbforschung. Besonders wichtig erscheint die Feststellung, daß tatsächlich *jede* ionisierende Strahlungsmenge Erbänderungen hervorrufen kann, daß es also einen untersten Schwellenwert überhaupt nicht gibt. Auf die Praxis der Lebensgestaltung unserer Zeit übertragen bedeutet es, daß sich der moderne Mensch hier genau so wie als Verbraucher unbekannter Lebensmittelzusätze stillschweigend damit abgefunden hat, eine unbekannte Summe von Erbschäden an seine Kinder und Kindeskinder weiterzugeben . . .

Eine weitere mit Sicherheit feststehende Tatsache ist, daß wir die Erfahrung über chronische Giftwirkungen einzelner kleiner Zivilisationsschäden bis zum späten Ausbruch einer Krankheit am Einzelmenschen auf die Vererbungswissenschaft übertragen können. Es macht praktisch keinen ins Gewicht fallenden Unterschied aus, ob ich eine bestimmte Strahlendosis auf einmal erhalte oder ob ich kleinere Mengen, die insgesamt den gleichen Wert ausmachten, über das ganze Leben verteilt erhalte. Die Wirkung auf die Erbmasse summiert sich. Bei der früher verwendeten Toleranzdosis von 0,3 R pro Woche in Betrieben, die mit Röntgenstrahlen oder radioaktiven Substanzen umgehen, hat ein junger Mensch, der vom 20. bis 30. Lebensjahr dort tätig war, etwa 150 R an Gesamtbelastung erhalten, ungerechnet der zusätzlichen anderen Bestrahlungsquellen. Die dabei die Keimzellen treffenden Dosen sind natürlich, je nach der durchgeführten Arbeit, recht unterschiedlich und fast nie genau überprüfbar. Man ist jetzt auf 0,1 R pro Woche heruntergegangen.

Die dritte bittere Wahrheit ist, daß jede Änderung des Erbgefüges durch Strahlung völlig unheilbar ist und mit Sicherheit an die Nachkommen weitergegeben wird, bis sich diese durch Totgeburten, Mißbildungen, Absinken der Lebenskraft von selbst ausmerzen. Je größer der Kreis der Betroffenen, um so größer die Gefahr für den Bestand der Art. Daraus ergibt sich schließlich, daß selbst eine sehr geringe Dosis einen erheblichen und nicht mehr gutzumachenden Schaden anrichtet, wenn sie große Bevölkerungsgruppen trifft.

Welchen Umfang diese Einflüsse sowohl im Hinblick auf die Zahl der Belasteten wie auch bezüglich der Dosishöhe schon im modernen

Staat angenommen haben, mögen die Angaben von *Schubert/Lapp* belegen.

»Das Erschütterndste an diesem Beispiel ist, daß zur Zeit tatsächlich mindestens eine Million Menschen in den USA Strahlenmengen von 50 bis 300 R auf ihre Keimdrüsen erhalten! Wer sind diese Leute? Dr. Stanley H. Clark, ein Krankenhausphysiker in Los Angeles, beantwortet diese Frage in seinem vielzitierten Bericht »Genetische Strahleneinwirkungen auf dem Gebiete der Medizin«. Auf Grund seiner Unterlagen schätzt er, daß 215 000 Radiologen, praktische Ärzte und Zahnärzte durch das Hantieren mit ihren Röntgengeräten und Bildschirmen eine Bestrahlung von 2—5 R im Jahr, manche sogar 15 R, auf die Keimdrüsen erhalten. Dr. Clark bemerkt dazu, daß seine Zahlen zu niedrig seien und wahrscheinlich verdoppelt werden müßten. Aus unseren eigenen Beobachtungen und den früher zitierten Daten wissen wir, daß Dr. Clarks Zahlen tatsächlich zu niedrig sind. Mindestens 100 000 Röntgenassistentinnen, zahnärztliche Sprechstundenhilfen, Krankenschwestern und andere Personen erhalten ebensoviel Keimdrüsenbestrahlung wie die Ärzte, wenn nicht mehr. Außerdem werden jedes Jahr etwa fünf Millionen Durchleuchtungen ausgeführt, bei denen die Patienten beträchtliche Dosen auf die Keimdrüsen erhalten. Vielleicht waren eine halbe Million Patienten Kinder unter 11 Jahren und eine weitere halbe Million Patienten zwischen 12 und 30 Jahren. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß viele von ihnen im Laufe der Jahre wiederholt untersucht werden und daß die Bestrahlungsdosen meist höher sind, als zugegeben wird. Unsere Schätzung, daß mindestens eine Million Menschen in den Vereinigten Staaten Bestrahlungen von 50—300 R erhalten, bevor sie Nachkommen erzeugt haben, dürfte also sehr maßvoll sein.«

Heute hat man zwar die Einzelbelastung durch den verbesserten Strahlenschutz herabgesetzt, aber der Umfang der allgemeinen Anwendung von ionisierenden Strahlern ist erheblich gewachsen.

In diesen Angaben sind die industriellen und sonstigen beruflichen Belastungen nicht enthalten. Der schon öfter zitierte Genetiker *Muller* sieht die Gefahren nicht nur in dem möglichen Inferno eines Atomkrieges, sondern ebenso in dem dauernden Ausgesetztsein angeblich »erlaubter« kleiner Strahlendosen. Er hat einmal nur die von der amerikanischen Atomenergiekommission natürlich sehr zurückhaltend und fast übervorsichtig geschätzten Gesamtstrahlenmengen aus den bisherigen und zu erwartenden Atomexplosionen seinen Berechnungen zugrunde gelegt und kommt zu folgendem erschreckendem Vergleich:

»Diese Menge schient winzig, aber wir müssen sie mit 160 Millionen,

der Gesamtbevölkerung der USA, multiplizieren. Wir kommen dann seltsamerweise auf denselben Wert von insgesamt 16 Millionen R, wie wenn wir die vermutlich zutreffende Durchschnittsmenge von 100 R für die Überlebenden von Hiroshima mit 160 000, der ungefähren Zahl dieser Überlebenden, multiplizieren. Unsere eigenen Nachkommen werden dann also beinahe ebenso viele Mutationen infolge aller bisherigen Versuchsexplosionen erben, wie sie sich bei den Japanern infolge des Angriffs auf Hiroshima ergaben.«

Es ist also, wie z. B. *Zsebök* betont, »die mathematische Wahrscheinlichkeit einer genetischen Schädigung um so größer, je höher die generative Strahlenexposition der ganzen Menschheit steht, mit anderen Worten: Wenn die Vererbungssubstanz von 10 000 Menschen einer Strahlenexposition von 1 R ausgesetzt wird, so kann man mit einer ebenso großen Wirkung rechnen, also ob man 1 000 000 Menschen mit 0,1 R belasten würde.« Daher die oben angeführte Bevölkerungsgefährdung, selbst wenn der einzelne gar nicht betroffen scheint. *Kaplan* hat in seinem Bericht an die Deutsche Atomkommission folgendermaßen dazu Stellung genommen:

»Der Gesamtschaden, der für ein Volk durch die Verdoppelungsdosis entsteht, ist wegen der vielen Kenntnislücken und der Schwierigkeit der Humangenetik (= menschliche Erbforschung) heute nur schätzungsweise zu ermitteln. Es wird angegeben, daß etwa zwei Prozent der heute Geborenen erbkrank sind, und man darf annehmen, daß etwa die 3—10fache Zahl erbliche Belastungen trägt. Eine Verdoppelung der Mutationsrate (= Zahl der Erbänderungen) würde also in einer 50-Millionen-Bevölkerung nach Erreichen des Gleichgewichtes (das heißt, wenn keine weitere Erhöhung der künstlichen Strahlungsrate erfolgt) *zusätzlich* etwa eine Million Erbkranke und zwischen 3—10 Millionen Erbbelastete erzeugen. Verdoppelung der Mutationsrate bedeutet also Verdoppelung des durch die Erbkranken und ihre Umgebung zu tragenden Leides; Verdoppelung der ärztlichen Fürsorge, der sozialen Belastung und des Ausfalls an Arbeitsleistung infolge der Erbschäden. Dabei ist die oben erwähnte zusätzliche Erhöhung des Schadens durch das Zusammenwirken mit den schon vorhandenen schädlichen Genen (siehe Zivilisationsgifte) nicht berücksichtigt.«

Umgerechnet auf die jetzt lebenden 2,5 Milliarden Menschen müßten wir also mit neu hinzukommenden

50 Millionen Erbkranken und
150—500 Millionen Erbbelasteten rechnen.

Jetzt hat man sich natürlich mit dem gern vorgebrachten Einwand auseinanderzusetzen, daß es sich hier um Schätzungen weltfremder Gelehrter handele, die wirklichen Verhältnisse in den Kulturstaaten und auch sonst auf der Erde gäben aber zu solchen Schwarzmalereien gar keinen Anlaß. Betrachten wir deshalb der Reihe nach die bereits bestehende, vom Menschen geschaffene radioaktive Umwelt. —

Am längsten begegnet der Mensch der ionisierenden Strahlung in der Medizin, wo durch den Gebrauch der inzwischen immer mehr vervollkommneten Röntgenapparate und ihre Serienherstellung kaum noch jemand in einem zivilisierten Land unberührt blieb. Die ständige Verbesserung und Verfeinerung der Röntgentechnik hat uns oft ganz neue Einblicke in das Wesen und die Art des Fortschreitens einer Krankheit gegeben; der frühzeitige Blick in das Innere hat eine Unzahl von Menschen vor einer sonst unheilbaren Erkrankung, vor leidvollem Siechtum bewahren können. Das gleiche ist zu sagen von der Anwendung von Radium- und Röntgenbestrahlung in früher überhaupt nicht beeinflußbaren, sicher tödlichen Krankheitsfällen. Zusätzlich hat sich in den letzten Jahrzehnten in steigendem Maße die innere Anwendung von radioaktiven Substanzen für die Erkennung und Behandlung von bestimmten Erkrankungen eingebürgert. Eine kurze Übersicht darüber wurde in einem früheren Kapitel gegeben.

Es steht außer Zweifel, daß bei der starken Ausbreitung, die der Umgang mit ionisierenden Strahlen in der Medizin erfahren hat, fehlerhafte und sogar mißbräuchliche Verwendungen vorgekommen sind. Andererseits ist es ein allzu durchsichtiges Manöver, wenn von interessierter Seite mit Hinweis auf den statistisch erkennbaren hohen Belastungsanteil durch die Medizin versucht wird, über die Gefahr von Versuchen mit Kernwaffen oder leichtsinniger industrieller Verwertung radioaktiver Stoffe hinwegzutäuschen.

Wenn in verschiedenen Statistiken der Anteil der Medizin mit 0,7—3 R für 30 Jahre angesetzt wird, so ist zu bedenken, daß die Schätzungen im Hinblick auf die Altersklasseneinteilung und auf die Unterscheidung zwischen gesunden und kranken Menschen sehr ungenau sind. Die überwiegende Zahl von langdauernden, belastenden Röntgenkontrollen erfolgt bei den anfälligen, älteren Menschen, die durch eine Strahlenbelastung nicht so gefährdet sind und meist aus Krankheits- oder Altersgründen von der Fortpflanzung schon ausgeschlossen sind. Es gibt bei dem heutigen Stand der Wissenschaft zahlreiche versteckte Krankheiten, die sich nur durch die Röntgenaufnahme entdecken lassen und deren Ausheilung oder Verschlechterung man auch nur auf diesem Wege verfolgen kann.

Ich glaube, diese Sätze vorausschicken zu müssen, weil vermieden werden muß, daß in Laienkreisen ein falsches Bild entsteht und nun aus einer allgemeinen Strahlenangst lebenswichtige Untersuchungen umgangen oder abgelehnt werden, die unter Umständen über Sein oder Nichtsein eines Menschen entscheiden können. Das soll nicht bedeuten, daß ich als Arzt glaube, in der Medizin sei alles zum Besten geregelt und es bedürfe keiner Selbstkritik und der Abstellung von Mißständen. Im Gegenteil, ich betrachte es als eine der wenigen guten Fügungen einer ziemlich verfahrenen Gesamtsituation, daß man auch hier gezwungen wird, Fehler einzusehen und zu beseitigen. Dabei bin ich überzeugt, daß es trotz einiger unbelehrbarer Außenseiter einfacher sein wird, in der Medizin den notwendigen Schutz, die Verbesserungen und Einschränkungen übertriebener Strahlenanwendungen durchzusetzen als auf dem militärischen oder wirtschaftlichen Sektor.

Ein Beweis für diese Auffassung ergibt sich aus den mannigfachen Verbesserungen der Röntgengeräte durch Bildverstärker, Fernsehgeräte, besonders ausgearbeiteten Bleischützern für Kinder, Frauen und Männer, um die Strahlenbelastung herabzusetzen und Streustrahlen abzufangen. Unverständlich bliebt die Weigerung eines Teiles der Ärzte, Spezialprüfungen und Kontrollen für die Ausübung der Röntgendiagnostik einzuführen, wie sie von den Röntgenologen neuerdings mit Recht gefordert werden.

Solange allerdings alle Strahlenschutzmöglichkeiten auch im ärztlichen Bereich nicht bindend gesetzlich vorgeschrieben sind, bleiben Relationen zwischen Oberflächen- und Keimzellen = (Gonaden)dosis theoretisch. Erst in den letzten Jahren hat man sich bemüht, die Zusammenhänge zwischen der bestrahlten Fläche und der Energie der Strahlung wissenschaftlich zu bearbeiten. Schließlich hängt davon die Allgemeinreaktion (Knochenmarkdosis) und die Zukunftsaussicht (Gonadendosis) ab. Wie wenig bisher selbst die gegebenen technischen Sicherungen unausgenutzt blieben, darüber ist in der Bundesrepublik einige Klarheit durch die Anfrage des Bundestagsabgeordneten *Professor Bechert* geschaffen worden. Er hatte Mängel bei den Materialprüfungen für Röntgenapparate festgestellt. In der abschließenden Antwort des Staatssekretärs aus dem Bundesgesundheitsministerium, der mit der Untersuchung beauftragt war, fand sich folgendes niederschmetternde Resumé:

1. daß die Gutachter des Staatlichen Materialprüfungsamtes Nordrhein-Westfalen keine praktische Erfahrung in der Handhabung medizinischer Röntgengeräte besitzen,

Strahlenwirkung auf die Keimdrüsen bei einigen Röntgendurchleuchtungen

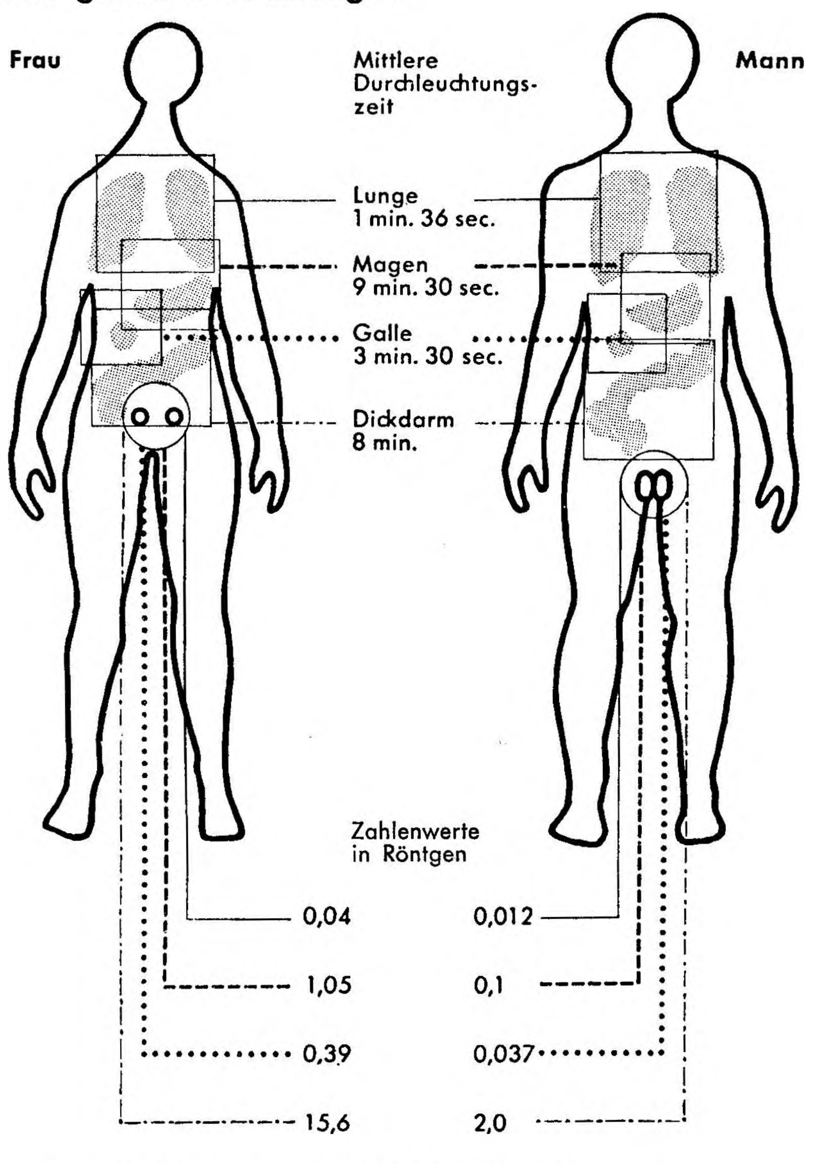


Abbildung 36 Zahlenangaben nach Hellriegel, Strahlentherapie, H. 1, 1950

2. daß sie über die zugrunde liegenden Bestimmungen und insbesondere die Bedienungsanweisung dieser Geräte nicht ausreichend orientiert waren,
3. daß der Gegenstand des Gutachtens entweder ein nicht intaktes Gerät war oder das Gerät nicht in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung gehandhabt wurde.

Man sträubt sich vielfach, diese ernsten Auseinandersetzungen in der Öffentlichkeit durchzuführen, aber ich glaube, daß die Ärzteschaft nur dann ein Recht zu der notwendigen harten Kritik an dem sonstigen Mißbrauch und dem Leichtsinn im Umgang mit der Kernenergie hat, wenn sie deutlich erkennen läßt, wie ernst sie sich Gedanken macht und wie schnell sie mit der Tat zur Stelle ist. Außerdem ist es eine sich stets wiederholende Erfahrung, daß gewisse Trägheitsmomente bei nötig werdenden Umstellungen unter dem Druck einer allgemeinen Erörterung schneller überwunden werden, als wenn man hinter verschlossenen Türen verhandelt. Es gilt, ein Beispiel zu geben, selbst wenn man einige Federn lassen muß. Irrtümer werden verziehen, wenn man sie nicht bewußt weiter mit herumschleppt mit dem falschen Ehrgeiz, als »unfehlbar« zu gelten.

Wenn vorhin die Schätzungen über die Strahlenbelastungen durch medizinische Anwendungen angezweifelt wurden, so geschah das nicht ohne Grund. Erst in letzter Zeit sind Methoden und Kontrollverfahren entwickelt worden, um zu genaueren Bestimmungen des Betroffenwerdens der Keimzellen bei Gesamtkörpereinstrahlungen bei Röntgenuntersuchungen zu kommen. *Hellriegel* hat vor einigen Jahren unter verschiedenen Bedingungen des Strahleneinfalls, der aufgewendeten Energie und der Dauer der Untersuchungen geprüft, wie sich die Belastungen verteilen. Über die Ergebnisse unterrichtet *Bild 36.*

Bei richtiger Handhabung der neuentwickelten Schutzmöglichkeiten kann man an einzelnen Organen die Einstrahlung auf den zehnten Teil herabsetzen.

Man erkennt, daß, je weiter das Organ von den Keimzellen entfernt liegt, desto geringer die Dosen werden, die den Eierstock oder Hoden treffen. Am unangenehmsten ist die länger dauernde Darmuntersuchung bei der Frau (= 15,6 R), während der Mann infolge der nach außen gelagerten Hoden bei weitem nicht so stark (= 2,0 R) betroffen wird. Parallel zu diesen Messungen sind aufschlußreiche Kontrollen von *Hartung* an Kindern und Säuglingen vorgenommen worden, und es ist verständlich, daß wegen der kleinen Körpermaße hier die Keimzellen von Streustrahlen leichter erreicht werden als beim Erwachsenen. Die kleineren Ausmaße wiederum erschweren die

schnelle Erkennbarkeit eines Leidens. Wir übernehmen also bei dem Entschluß zur Röntgenkontrolle eines Kindes eine höhere Verantwortung; denn erschwerte Diagnosestellung bedingt, daß man das Kind bei leichterer Erreichbarkeit und größerer Empfindlichkeit der Keim- und anderer Körperzellen der Röntgenbelastung länger aussetzen muß.

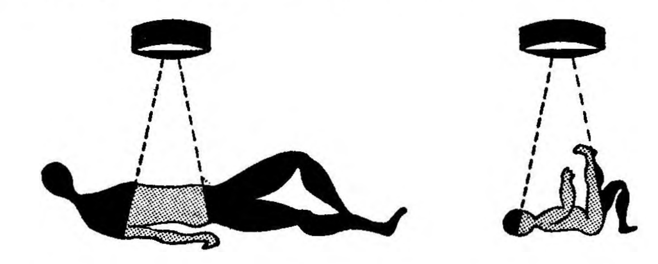
Mit einer sehr kurzen Beurteilungszeit wird man meist nur bei bekannten Personen auskommen, und es hängt natürlich von der Übung und Erfahrung des Untersuchers ab, wieviel Zeit er benötigt.

Begemann hat sich der Mühe unterzogen, einmal zusammenzustellen, wie hoch durchschnittlich pro Jahr die eingestrahlte Dosis für Tuberkulosekranke ist.

Die R-Belastung eines Kranken mit Lungentuberkulose pro Jahr

a) Durchleuchtungsdauer 1 Minute:	
8 Durchleuchtungen je 1 Minute	108,00 R
6 Thoraxaufnahmen (Übersicht)	0,72 R
3 Tomogramme mit je 7 Schichten	2,52 R
	111,24 R
b) Durchleuchtungsdauer je 3 Minuten:	
8 Durchleuchtungen je 3 Minuten	324,00 R
6 Thoraxaufnahmen (Übersicht)	0,72 R
3 Tomogramme mit je 7 Schichten	2,52 R
	327,24 R

Besondere Gefährdung des Kleinkindes



Kleinkinder sind bei Bestrahlungen, verglichen mit Erwachsenen, besonders gefährdet. Angesichts der schwierigen Abschirmung der Streustrahlen wird bei gleichem Einfallswinkel der Bestrahlung ein verhältnismäßig viel größerer Körperabschnitt erreicht.

Abbildung 37

Er schreibt dazu:

»Nicht in diesen Zahlen enthalten sind zusätzliche Röntgenuntersuchungen bei Komplikationen«, und er meint damit notwendig werdende Darmkontrollen, Wirbelsäulen- und Nierenaufnahmen. Er erwähnt dann *Lorenz*, der als tragbare Dosis für das ganze Leben 600 R bezeichnet, aber auch betont, daß $^{1}/_{15}$ davon, das sind also 40 R, bereits die Verdoppelungsdosis für die Erbänderung des Menschen darstellt. Man mag sich dabei daran erinnern, daß auch dieser Wert noch innerhalb der »Kompromißgrenze« der Erbforscher liegt und sich nach der allgemeinen Anschauung die Verdoppelungsrate um den Wert von 10 R bewegt.

Andererseits muß man berücksichtigen, daß die hier genannten Durchschnittswerte oft genug — wie *Graul* betont — um den Faktor 10 überschritten werden. Das ist sicher sogar häufiger, als man denkt, der Fall. *Maisel* erwähnt dazu folgende amerikanische Erfahrung, die aber keineswegs etwa nur auf die dortigen Verhältnisse zutreffen dürfte:

Selbst unter qualifizierten Medizinern gibt es manche, die sich über die Gefahren der Röntgenstrahlen nicht so im klaren sind, wie man es bei ihnen erwarten sollte, Ärzte und Zahnärzte, die keine Ahnung haben, welchen Strahlungsdosen sie ihre Patienten aussetzen. Als eine Gruppe Röntgenologen einmal bei 117 amerikanischen Krankenhäusern, Fachärzten und praktischen Ärzten die Durchleuchtungsgeräte prüfte, ergab sich, daß mehr als 20 Prozent der Apparate die damals als Maximum empfohlene Höhe des Strahlungsbetrages überschritten. Bei einer entsprechenden Prüfung von 32 Dentalröntgenapparaten stieß man auf Anlagen, die bis zu zwölfmal mehr Strahlung abgaben, als bei Geräten neuester Konstruktion erforderlich ist.«

Die Gonadenbelastung wird dann besonders bedenklich, wenn Röntgenkontrollen während der Schwangerschaft durchgeführt werden. Mehrere britische Arbeiten ergaben nämlich — ähnlich wie bei den Hiroshima-Müttern — das sehr beunruhigende Resultat, daß Zusammenhänge zwischen der Zahl dieser Röntgenuntersuchungen und dem Schicksal des ungeborenen Kindes bestehen. Vornehmlich scheint die Veranlagung zu bösartigen Geschwülsten und Bluterkrankungen (Leukämie) durch die direkte Bestrahlung im Mutterleib gefördert zu werden. In Einzelfällen scheinen allein die Keimzellen der Frucht Röntgendosen von mehr als 2,5 R erhalten zu haben.

Es sollte daher zur Regel gemacht werden, daß man sich bei Frauen im fortpflanzungsfähigen Alter vergewissert, ob sie schwanger sind, ja, man sollte sogar so weit gehen, nur die Zeit kurz nach der Periode

zu Röntgenuntersuchungen zu benutzen, um eventuell ganz junge, noch unerkannte Schwangerschaften nicht zu gefährden.

Solche Ereignisse sind dann besonders tragisch, wenn Röntgenkontrollen der Eileiter zur Feststellung einer möglichen Unfruchtbarkeit der Frau durchgeführt werden. Die dabei auftretende und praktisch nur in bestimmten Grenzen vermeidbare höhere Belastung der Keimzellen hat an meiner Klinik dazu geführt, dieses diagnostische Verfahren ganz fallen zu lassen. Dafür wurde die Methode der Laparoskopie (Bauchspiegelung) so verfeinert, daß sie jetzt mehr leistet als eine Röntgenuntersuchung der Genitalorgane. Derart müßte manches andere Gebiet von Zeit zu Zeit neu überprüft werden.

Es dürfte ein unhaltbarer Zustand geworden sein, daß tagtäglich in allen Ländern Tausende und aber Tausende von Röntgenkontrollen durchgeführt werden, bei denen nach Beendigung weder der Arzt noch der Patient genau weiß, wieviel an ionisierender Strahlung verabfolgt wurde. Unsere Kenntnis der Schädigungsmöglichkeit durch strahlende Energie ist inzwischen so weit gediehen, daß es nicht mehr in das Ermessen des einzelnen Arztes gestellt sein darf, welche Strahlenbelastung er dem Patienten zumutet. Hoher Ausbildungsstand und beste apparative Ausrüstung sind erforderlich, um die in jedem Falle vorhandenen Gefahren auf das Mindestmaß herabzusetzen. Die Einführung von radioaktiven Isotopen für Diagnostik und Therapie in der Medizin erhöht die Verantwortung. Sie kann vielfach schon deshalb nicht getragen werden, weil jedenfalls an den deutschen Universitäten Strahlenkunde kein Prüfungsfach für den angehenden Arzt ist.

Bei Vergleichsübersichten steht die Röntgendiagnostik an der Spitze der den Körper betreffenden ionisierenden Strahlung. Das hat nicht nur in Ärztekreisen ein lebhaftes Für und Wider über den Wert von gesetzlich vorgeschriebenen Röntgenreihenuntersuchungen hervorgerufen. In Deutschland hat es darüber harte Kontroversen gegeben, wobei sogar mit gegenseitigen Verdächtigungen bedauerlicherweise nicht gespart wurde. Die Debatte ist noch nicht beendet, und die freie Ärzteschaft wehrt sich gegen den amtlichen Vorschlag eines lückenlosen »Volksröntgenkatasters«, das heißt einer vollkommenen Erfassung der Bevölkerung durch Reihenaufnahmen mit dem Schirmbildgerät.

Der Streit geht in diesen Auseinandersetzungen ebenfalls wieder um die schwierige Abgrenzung, ob die nach dem Kriege hohe Erkrankungsziffer an Tuberkulosekranken, die jetzt weit zurückgegangen ist, im Interesse des Volksganzen diese Röntgenkontrollen erfordert. Die zu diesem Thema vorgelegte Statistik war ungenau und in ihrer Be-

weiskraft stark angreifbar, so daß sich die Fachleute mit gegensätzlichen Argumenten gegenüberstanden.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß Schirmbildaufnahmen bei Reihenuntersuchungen zwar eine Verbesserung gegenüber der Durchleuchtung darstellen, aber dem Körper noch immer eine drei- bis zehnfach höhere Dosis zumuten als bei einer einfachen Röntgenaufnahme im Großformat. Verwendet man das weniger empfindliche Röntgenpapier, entsprechen sich die notwendigen Dosen ungefähr.

Brustaufnahme Großformat Film:

Allgemeinbelastung: 0,12 R; Keimzellenbelastung:
Männer 0,06—1 mr
Frauen 0,07—1 mr

Brustaufnahme Großformat Papier:

die oben angegebenen Werte verdoppeln sich gegenüber Filmaufnahmen.

Brustaufnahme mit Schirmbildverfahren:

Allgemeinbelastung: 0,3 R; Keimzellenbelastung:
Männer 0,25—0,59 mr
Frauen 0,15—1,1 mr

Diese Tatsache hat dazu geführt, daß selbst für sogenannte »gefährdende« Berufe wie Lehrer oder Lebensmittelhändler die häufigere Röntgenreihenuntersuchung nicht ohne weiteres vertreten werden kann.

Bevor ein einzelner im Interesse einer Gemeinschaft unter eine Zwangsmaßnahme des Staates gestellt wird, die einen Eingriff in seine garantierte körperliche Unverletzbarkeit bedeutet, muß klar erwiesen sein, daß eine wirkliche Gefahr für die Gemeinschaft besteht und sie nur durch die angeordnete Maßnahme beseitigt werden kann. Über beide Fragen gehen jedoch die Ansichten in Fachkreisen erheblich auseinander. Insbesondere ist es zweifelhaft geworden, ob der Prozentsatz von herausgefundenen tuberkuloseverdächtigen Menschen oder an wirklichen Kranken die Strahlenbelastung rechtfertigen. Auf jeden Fall muß zuerst die Routinedurchleuchtung bei häufiger Anwendung verschwinden, wie sich aus der folgenden Gegenüberstellung ergibt.

Nimmt man an, eine Lehrkraft habe sich vom 25. bis 65. Lebensjahr einer jährlichen Kontrolle zu unterziehen, so wird sie folgenden Belastungen ausgesetzt:

40 × Brustdurchleuchtung bei 1 Minute Dauer	à 14 R	=	*560 R*
40 × Brustaufnahme Papier oder Schirmbild	à 0,3 R	=	*12 R*
40 × Brustaufnahme Film	à 0,12 R	=	*4,8 R*

Ich bin bei der Berechnung der Schirmbilddosis von der unteren Grenze (0,3) ausgegangen, die der weiter unten zitierte *Witte* als physikalisches Meßergebnis angibt. Es ist bezeichnend für die Unsicherheit innerhalb der »exakten« Wissenschaft, da zum Beispiel *Griesbach* vom »Deutschen Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose« behauptet, daß eine Schirmbilddosis nur eine Belastung von 0,0003 R brächte. Ein Streit um den Faktor 1000 bei physikalischen Messungen erscheint geradezu grotesk!

Vertretbar bliebe demnach eine etwa alle zwei Jahre stattfindende Überwachung mit Hilfe von Brustaufnahmen (Film), wodurch sich die gesamte Lebensbelastung aus dieser Strahlenquelle nur auf 2,4 R belaufen würde (20×0,12 R). In die eigentliche Gefährdungszeit bis zu 35 Jahren fielen aber nur insgesamt 1,2 R. Diese Filmaufnahmen würden zwar teurer sein, der Kreis der zu Untersuchenden ist jedoch begrenzt, und da man diesen Berufstätigen ein Opfer für die Gemeinschaft zumutet, sollten die Kosten keine Rolle spielen.

In einem Prozeßgutachten für einen Lehrer in Niedersachsen hat Professor *Witte* vom Institut für Biophysik in Göttingen die ganze Fragwürdigkeit des gegenwärtigen Vorgehens aufgedeckt. Auf Grund der vorliegenden statistischen Erhebungen muß gefordert werden, daß eine jährlich durchgeführte Schirmbildaufnahme bei den rund 30 000 Lehrern Niedersachsens mit 40jähriger Dienstzeit zu einer Gesamterkrankungsrate von 50 Leukämiefällen führen würde, das sind 1,5 Fälle pro Jahr oder 0,2 ‰.

Diesen strahleninduzierten tödlichen Leukämieerkrankungen steht bei 30 000 Lehrern — ebenfalls statistisch belegbar — nur 1 Tbc.-Fall in 4 bis 5 Jahren durch Lehrpersonen erzeugt gegenüber. Das ist bei einer Zahl von 1 Million Schülern eine Quote von 0,224.

Witte fährt fort: »Die Gefahr, welcher die Lehrerschaft durch jährliche Schirmbildaufnahmen ausgesetzt wird, wäre also, entsprechend dem Verhältnis 50 : 0,224 = 225 : 1 rund 225 mal größer als die Gefährdung der Schüler bei Unterlassung dieser Aufnahmen. Trotz des Unsicherheitsfaktors, der den Berechnungen des Strahlenschadens anhaftet, muß bei einem derartigen Zahlenverhältnis auch bei äußerster Zurückhaltung gefolgert werden, daß der Nutzen der Schirmbilduntersuchungen der Lehrer zumindest fraglich ist.«

R. W. *Kaplan* hat in ähnlicher Weise das Verhältnis zwischen Wag-

nis und Gewinn untersucht und sich trotz verschiedener Einwände nicht von deren Stichhaltigkeit überzeugen können. Er stellt sich auf den Standpunkt, daß derjenige, der auf bestimmte Berufsgruppen einen gesetzlichen Zwang ausüben will, vor Einführung einer solchen Maßnahme zu beweisen hat, daß für die Gemeinschaft das Schaden-Nutzen-Verhältnis wirklich überzeugend positiv ausfällt. Nach seiner sorgfältigen Rechnung sieht es aber so aus:

»Pro RRU werden 0,1 bis 0,15 R Knochenmarksdosis und etwa $2 \cdot 10^{-4}$ R Gonadendosis eingestrahlt. Auf Grund der Zusammenstellung vorliegender statistischer Untersuchungen durch die Kommission der UNO errechnen sich die pro 1 Million RRU voraussichtlich verursachten Fälle von Leukämie, Krebs und Erbkrankheiten zu etwa 5,4, minimal 2,4, maximal 18,8. Diesem Schaden steht ein Nutzen von 300 bis 1200 neuentdeckten aktiven Tbc-Fällen pro 1 Million RRU gegenüber. Da die Schäden fast zu 100 %, die Tbc aber nur etwa 10 % tödlich verlaufen, ergibt sich als Nutz/Schad-Verhältnis (vermiedene : verursachte Todesfälle) etwa 16 : 1 (85,0 : 5,4), minimal 1,6 : 1, maximal 50 : 1. Bei Wiederholung der RRU wird das Nutz/Schad-Verhältnis noch kleiner wegen der Verminderung der Nutzfälle bei gleichbleibendem Schaden. Eine zwangsweise Anwendung der RRU erscheint daher bedenklich.«

Solche Überlegungen werden ihre Auswirkung auch auf anderen Gebieten haben müssen. Es ist jetzt keineswegs mehr so, daß Berufsgenossenschaften eine Zahlung bei bestimmten Erkrankungen ablehnen können, weil der Arbeitnehmer sich der von ihnen geforderten jährlichen »harmlosen« Röntgenkontrolle nicht unterworfen hat.

Im Hinblick auf die Reihenuntersuchungen bei Kindern haben *Griesbach* und *Keutzer* in einer sehr bemerkenswerten Arbeit festgestellt, daß in der Bundesrepublik jährlich etwa 12 000 — 14 000 Kinder zwischen 0 und 15 Jahren an einer aktiven Lungentuberkulose erkranken; darunter finden sich durchschnittlich 200 sogenannte offene Fälle. Bei der Auswertung der Röntgenreihenuntersuchungen fand man jedoch, daß alle schwerer erkrankten Kinder bereits vorher bekannt waren. *Griesbach* und *Keutzer* treten wegen der gefährdenden Strahlenbelastung deshalb dafür ein, mit Hilfe der Tuberkulinproben infizierte oder infektionsverdächtige Kinder zu erfassen und nur diese einer Röntgenkontrolle zu unterwerfen.

In den USA sind inzwischen die Tuberkulinteste ständig verbessert worden, so daß nach der Methode von *Mantoux* im Tine-Test die Studenten voruntersucht werden können. Auf diese Weise kommt nur eine Auslese zur weiteren intensiveren Gesamtkontrolle.

Aber in der Medizin ist in den letzten Jahren neben die Diagnostik und Behandlung mit Röntgenstrahlen auch die ausgedehnte Verwendung von Radioisotopen getreten. Man ist manchmal wirklich versucht, an ein modernes Märchen zu glauben, wenn man erfährt, was sich mit diesen Isotopen alles anfangen läßt. Der vielen aus seinem Buch »Besonnte Vergangenheit« bekannte Arzt *C. L. Schleich* hat eine kleine Erzählung geschrieben, in der er eine Rundfahrt durch den Körper im Blutstrom schildert. Kleingewordene Menschlein fahren von einem Organ zum anderen und sehen sich staunend in der Wunderwelt des menschlichen Körpers um mit seinen weiten Grotten und Buchten, seinen gewaltigen Energiespeichern, dem feinen Netzwerk für die Nachrichtenübermittlung und den Steuerungszentralen.

Ähnlich reisen auch die radioaktiven Isotopen, die man dem Menschen oder dem Tier durch Getränke oder Spritzen künstlich einverleibt, durch das Reich des Lebendigen. Von außen verfolgt der nimmermüde Geigerzähler ihren Weg, beobachtet genau, wo sie aufgehalten werden, wie unterschiedlich lange ihre Rast da oder dort ist und wo ihnen ein unüberwindliches Hindernis begegnet. Auch die, denen der Körper oder ein bestimmtes Organ zur endgültigen Bleibe wird, registriert er und vermerkt, wie allmählich ihre künstlich geschaffene Unruhe abnimmt oder sich kaum merklich verändert. Genau wie in der Industrie könnte man sie Detektive der Biologie nennen, wenn in ihrem Wesen nicht zugleich etwas Heimtückisches, Gefährliches liegen würde, das den Begriff »Freund und Helfer« der Menschheit sehr fragwürdig macht.

Man hatte traurige Gelegenheiten, vorschnelle Begeisterung mit bitteren Erfahrungen bezahlen zu müssen. Sie beruhen auf der Tatsache, daß durch die verschiedensten Strahlenarten Krebserkrankungen oder krebsähnliche Krankheiten erzeugt werden können. Es scheint dies ein Problem der Dosis und der Empfindlichkeit zu sein. Den Berufskrebs der Arbeiterinnen in Leuchtuhrfabriken haben wir erwähnt, wir kennen den Krebs durch starke Hitzeeinwirkung auf die Haut, den Lichtkrebs bei Bauern und Seefahrern durch starke natürliche Ultraviolettbestrahlung, Krebs bei Arbeitern im Uranbergbau. Das war und ist so im Erzgebirge, es wird an vielen anderen Stellen ähnlich sein, wo man die Joachimsthaler »Pechblende« ebenfalls findet. *Robert Jungk* erzählt dazu ein eindrucksvolles Erlebnis aus seiner Reise in die USA:

»Radiumvergiftung«, hieß es, »die gelbe Krankheit«. — »Die Bergleute sind unbelehrbar. Sie wollen einfach nicht verstehen, daß dieses Material etwas anderes, viel Gefährlicheres ist als Kohle oder andere

Erze, die sie vorher abgebaut haben. Wir haben versucht, sie zu erziehen. Bisher ohne großen Erfolg. Sie behaupten, unser Carnotit enthalte so wenig Uran, daß ein Bergmann an Altersschwäche sterbe, bevor er eine zu große Dosis wirklich schädliche Radioaktivität bekommen könne.«

Und er zitierte etwas später den Bericht von *P. W. Jacoe*, dem Vorsitzenden einer Untersuchungskommission:

»Arbeiter in den Minen und Werken, die Uranerze fördern oder verarbeiten, leiden an Radiumvergiftung und Silikosis. Sie legen sich keine Rechenschaft ab von der Gefahr der radioaktiven Strahlen, weil sie diese nicht sehen können. Chemiker rühren gereinigtes Uran mit nackten Händen um. Arbeiter essen in radioaktiv gewordenen Werkstätten ihren Lunch. Es finden keine regelmäßigen ärztlichen Untersuchungen der Angestellten statt, die vielleicht erst in vielen Jahren die Folgen ihrer Beschäftigung in den ungenügend geschützten Werken der V.C.A. in Form von Blutkrankheiten, Knochenentartungen und möglicherweise sogar Krebsleiden werden büßen müssen.«

Aber nicht nur die direkte Berührung mit den Strahlensubstanzen ist gefährlich, sondern die verseuchte Luft durch die abgesonderten gasförmigen Stoffe (die sogenannte »Emanation«) bildet darüber hinaus eine Zusatzgefährdung in Form des häufig dadurch ausgelösten Lungenkrebses in diesen Bergwerken. Darüber liegen auch tierexperimentelle Beweise vor (*Rajewsky*, *Schraub* und *Kahlau* und andere mehr).

Man wird einwenden, daß in den Bergwerken durch die ständige Beschäftigung mit dem strahlenden Material besondere Bedingungen herrschen. Demgegenüber stehen jedoch bereits 1940 durchgeführte Versuche von *Eugster* und *Hess*, die eine Krebsbeeinflussung durch kosmische Strahlen bewiesen haben. Sie benutzten als Vergleich Mäuse, die öfter einer kosmischen Schauerwirkung (siehe Seite 161) ausgesetzt waren, und fanden bezüglich der Krebsanfälligkeit ein Verhältnis von 4:1 gegenüber strahlenfrei gehaltenen Tieren. Hätten solche Beobachtungen nicht mahnen sollen? Was aber geschah?

Thorium X ist ein sogenannter Alphastrahler und hat eine Halbwertzeit von 3,64 Tagen. Bei dem Zerfall werden in geringerem Maße auch Beta- und Gammastrahlen abgegeben. Die leichte Lösbarkeit des Präparates verführte bald zu einer ausgedehnten Verwendung in der Medizin. Es wurde in Form des »Thorotrast« zur Darstellung von Arterien, Blasen- und Harnleiteruntersuchungen, Kontrolle von Leber- und Gallengängen und so weiter benutzt.

Als Nachfolgekrankheit wurden innerhalb von drei bis fünf Jahren die tödliche Vermehrung der Zahl der weißen Blutkörperchen (= Leukämie), das Auftreten von Sarkomen (= bösartige Bindegewebsgeschwulst) nach etwa drei bis fünfzehn Jahren, und schließlich von Krebsen verschiedener Herkunft erst nach fünfzehn bis fünfundzwanzig Jahren eindeutig beobachtet. *Hasterlik* hat auf der Genfer Atomkonferenz 1955 über eine Anzahl von Kranken berichtet, die vor zwanzig und mehr Jahren Radiumsalze erhalten haben und von ihren Ablagerungen im Körper und dem allmählichen Geschwulstwachstum gar nichts wußten.

Eine Zeitlang machte die Behandlung der kindlichen Knochentuberkulose mit einem radioaktiven Präparat (»Peteosthor«) viel von sich reden. Es läßt sich nicht mehr ganz genau ermitteln, wieviele kleine Patienten mit diesem unerprobten Mittel bedenkenlos gespritzt wurden. Was jedoch *Spieß* aus der Göttinger Kinderklinik über das weitere Schicksal solcher Kinder ermittelte, ist erschreckend genug! Von den ihm zugängigen 49 behandelten tuberkulösen Knochenerkrankungen waren elf bereits nach wenigen Jahren in Geschwulstwucherungen übergegangen und die Kinder daran gestorben. Wenn irgendwo, dann paßt hier wahrlich das Wort von dem Austreiben des Teufels durch Beelzebub ...

Wie gern möchte man zustimmen, wenn wir in »Unser Freund, das Atom« lesen:

»So sind die Radioisotope wirkungsvolle Hilfsmittel der Diagnose geworden in vielen Fällen, in denen die Röntgenstrahlen versagen. Man kann zum Beispiel Natrium radioaktiv machen und zu gewöhnlichem Kochsalz verarbeiten. In Form einer Salzlösung wird das Natrium-Radio-Isotop in den Arm eines Patienten eingespritzt, wo es vom Blutstrom aufgenommen und zum Herzen befördert wird. Ein Geigerzähler, der über das Herz des Patienten gehalten wird, registriert dann die Ankunft des markierten Blutstroms im Herzen. Auf diese Weise kann man die Laufzeit des Blutes zwischen Arm und Herz messen; die Kenntnis solcher Feinheiten des Blutkreislaufes ist eine wichtige Hilfe bei der Diagnose von Herzerkrankungen und erschließt der Medizin Möglichkeiten, an die noch vor wenigen Jahren niemand dachte, ja die man sich niemals zu erhoffen gewagt hätte.

Wenn ein Patient an einer Schilddrüsenerkrankung leidet, gibt man ihm einen »Atomcocktail«, in dem sich eine kleine Menge von radioaktivem Jod befindet. Schilddrüsengewebe hat die Eigenschaft, freies Jod an sich zu fesseln, so daß sich nach wenigen Stunden alles radioaktive Jod in der Schilddrüse sammelt und die ganze Schilddrüse des Patienten daher schwach radioaktiv wird. Der Patient wird dann unter

Radio-Isotope als Hilfsmittel der Diagnose

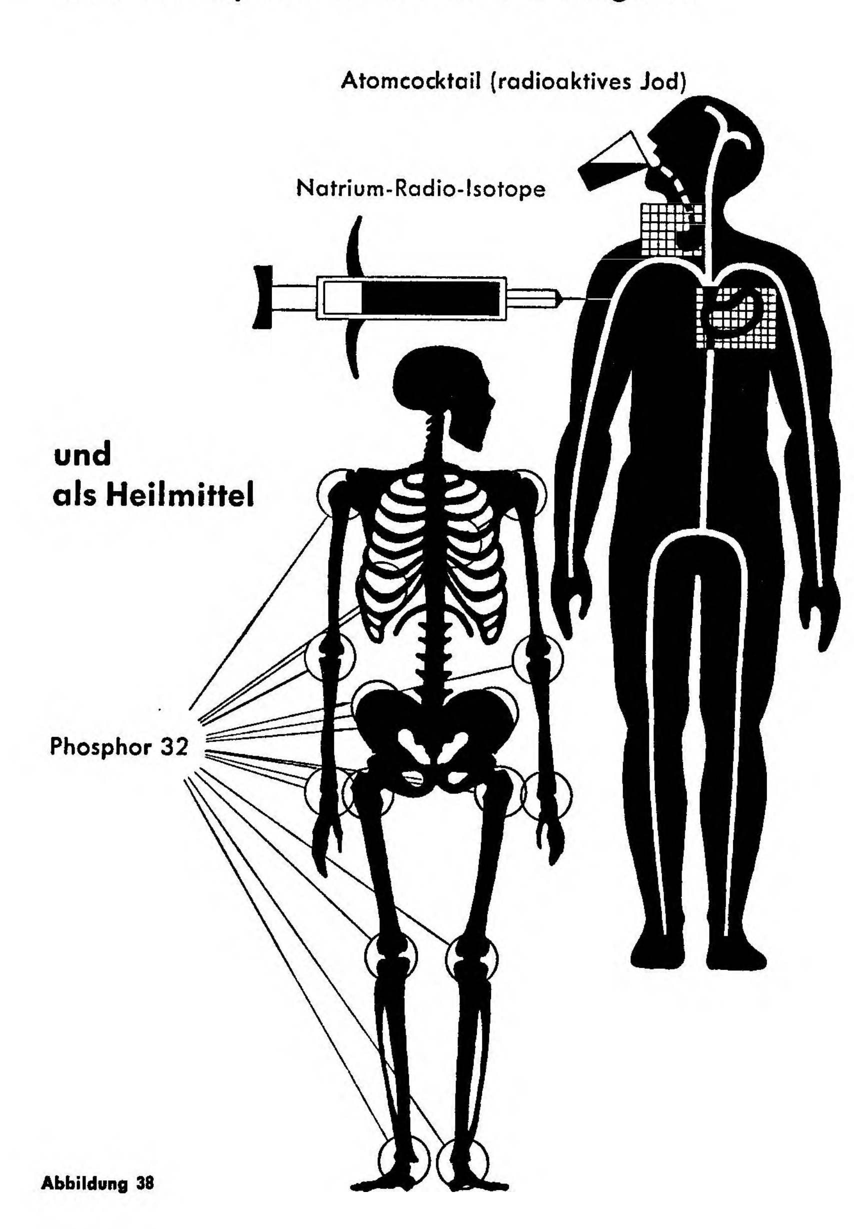


Abbildung 38

einen besonders gebauten Geigerzähler gelegt, der langsam vor seinem Hals hin und her geführt wird. Wenn der Arzt damit die Strahlung von allen Seiten mißt, kann er ein genaues Bild von Lage und Größe der Schilddrüse aufzeichnen und feststellen, wie schnell die Schilddrüse das Jod aus dem Blutstrom aufnimmt und speichert. Ein Röntgenbild der Schilddrüse würde nichts zeigen, während das radioaktive Jod viele wichtige Einzelheiten über die Schilddrüsenerkrankung enthüllt, die man bisher mit keinem der traditionellen Hilfsmittel hatte feststellen können.

Radioisotope können aber auch heilend wirken. Man kann radioaktive Präparate als Strahlungsquellen in Teile des Körpers einbringen, an denen Radium- und Röntgenstrahlen nicht verwendet werden können. Radioisotope des Goldes werden beispielsweise bei Erkrankungen des Lymphsystems benutzt, indem man winzige radioaktive Goldkügelchen in den Körper einbaut. Andere Elemente werden vom Körper direkt den Organen zugeführt, in denen ihre Heilwirkung ansetzen soll. Die Knochen bestehen zum Teil aus Phosphor, so daß sich vom Körper aufgenommene Radioisotope des Phosphors von selbst in den Knochen ansammeln, man kann auf diese Weise bestimmte Blutkrankheiten heilen, die durch Erkrankung des Knochenmarks entstehen. Das Radioisotop Phosphor 32 hat eine Halbwertzeit von 14½ Tagen, so daß die Strahlung schnell abnimmt und nach wenigen Monaten völlig verschwindet. Ein Patient trägt somit die heilende Strahlungsquelle dauernd in seinem Körper mit sich, und diese ist zudem Tag und Nacht wirksam. Nachdem die genau abgemessene Strahlungsdosis verabreicht ist, löscht sich die Strahlungswirkung von selbst aus.

Auch das Radioisotop Kobalt 60 ist für die Medizin von großer Wichtigkeit. Das Kobalt-60-Isotop hat eine Halbwertzeit von über fünf Jahren, eine Zeit, lang genug, daß es sich lohnt, ein Stück radioaktives Kobalt, von einem Bleipanzer umschlossen, im Krankenhaus als Strahlenquelle zu verwenden. Dies ist die berühmte »Kobaltbombe«, die bereits in vielen Krankenhäusern mit großem Erfolg benutzt wird. Eine Kobaltbombe normaler Größe hat eine Strahlungskraft, die der von anderthalb Kilogramm reinem Radium entspricht, sie ist eine »Bombe«, die für das Leben und nicht für den Tod gebaut ist. Wenn man eine Krebsgeschwulst mit einer sorgfältig abgemessenen Strahlungsdosis bestrahlt, kann man ihr Wachstum stark einschränken oder sie gar völlig beseitigen. So kann die moderne Medizin mit Hilfe dieser neuen Heilmethoden Krankheiten heilen, die bisher — wenn überhaupt — nur unvollkommen oder, wie im Beispiel der Krebsgeschwulst, nur auf operativem Wege angegangen werden konnten.«

Haley begrüßt die Massenproduktion von Strahlen als »das goldene Zeitalter der Radioisotope in der Medizin«. Für ihn ist die Anwendung von radioaktivem Natrium, Gold, Jod, Eisen und Phosphor schon eine Selbstverständlichkeit in der Klinik und sogar in der allgemeinen Praxis. Und wieder werden unbedenklich Stoffe der verschiedensten Herkunft ohne bekannte Wirkungsbreite injiziert, selbst bei Krankheiten, bei denen man auf andere Weise genauso sicher eine Diagnose stellen könnte. Die gleichen Redensarten kehren wieder: »Keinen Schaden festgestellt«, »wurde reizlos vertragen« und so weiter und so weiter. Bei *Okita* liest man mit Erschrecken von Versuchen, bestimmte radioaktiv gemachte Arzneimittel (Digitoxin) im Hinblick auf ihre Durchwanderung bei schwangeren Müttern auf das ungeborene Kind zu prüfen. Stereotyp lautet es dann: »Keine Schädigung des Foeten.« Damit glaubt man sich dann den nächsten Schritt für weitere »Proben« freigemacht zu haben. Gerade durch kleine Dosen ionisierender Strahlung kann es zu bösartigen Neubildungen kommen, wie *Körbler* auf dem österreichischen Krebstag 1959 hervorgehoben hat. Nachdem wir einwandfrei wissen, daß die Gefahr einer Schädigung um so größer ist, je jünger der betroffene Organismus ist, muß jede Belastung durch Radioisotope in der Schwangerschaft genauso vermieden werden wie durch Röntgenstrahlen. K. N. v. *Kaulla* fand mit seinen Mitarbeitern, daß radioaktives Jod (131 J) bereits 15 Minuten nach der Injektion aus den Eierstöcken, die operativ entfernt werden mußten, wiedergewonnen werden konnte. Es fand sich neben anderen Stoffen in der Hormonflüssigkeit der menschlichen Eier (Follikelsaft).

Rall sah sich genötigt, eindringlich zu warnen:

»Radioaktives Jod sollte mit großer Vorsicht verabreicht werden. Es ist unmöglich, radioaktives Jod einzugeben, ohne die Schilddrüse Bestrahlungen auszusetzen. Schon ein Indikator (das heißt eben dieses radioaktiv markierte Jod) von 10 Mikrocurie bestrahlt die Schilddrüse mit 15 Röntgen (R), das heißt, mit der höchstzulässigen Menge für ein ganzes Jahr. Man sollte sich daher vor Augen halten, daß die Verabreichung einer Markierungsdosis Radiojod ein gewisses Risiko einschließt. Besonders zurückhaltend sollte man bei der Verabreichung von Radiojod an Kinder sein. Da radioaktives Jod mühelos eingegeben werden kann und selbst bei größeren Mengen keine akuten Folgen auftreten, läßt es sich kaum verhindern, daß es oft leichtfertig angewendet wird.«

Langendorff ist von möglichen Schäden keineswegs überrascht, denn »bei einer Schilddrüsen-Therapie mit J 131 erhalten umschriebene Bezirke eine Strahlendosis bis zu 100 000 R«.

Wer unbefangen als Laie eines der allgemeinen Aufklärungsbücher zur Hand nimmt, um sich über den Gebrauch der Radioisotope zu informieren, erfährt leider von den heimtückischen Eigenschaften wenig oder gar nichts. Ich will damit nicht sagen, daß dies aus Unehrlichkeit geschieht, sondern allzu tief ist der Glaube bei vielen eingewurzelt, daß es mit den Schäden nicht so schlimm sein wird, denn noch immer seien ja Gegenmittel gefunden worden, selbst, wenn einmal die einen oder anderen Menschen zu Opfern für die Gesamtheit geworden sind!

Aber lassen wir uns nicht täuschen und gehen wir einmal der Reihe nach die Probleme durch, die bei der Einführung eines Radioisotops in den Körper auftreten. Grundsätzlich sind es vier Wege, auf denen es in das Körperinnere gelangen kann:

1. durch Einspritzung,
2. durch Verschlucken und Aufnahme im Magen-Darm-Kanal,
3. durch Einatmung,
4. durch Aufnahme in die Haut.

Sofort nach dem Eindringen in den inneren Stoffwechsel wird die radioaktive Substanz über den Gesamtkörper verteilt, in dessen Kreislauf es kürzere oder längere Zeit verweilt. Es gibt Stoffe, die sich ziemlich schnell in einem bestimmten Organ (wie z. B. das Jod in der Schilddrüse) ansammeln, während andere schon bald über den Nierenfilter im Harn nachgewiesen werden können. Wieder andere siedeln sich fest im Knochen oder in anderen Geweben an und bleiben dort zeitlebens haften. Es hat jeder radioaktive Strahler sein für ihn typisches *Verteilungsmuster* im Körper. Bei den bisherigen Festlegungen der angeblich zulässigen Höchstdosen hat man sich um die Speicherung in den Keimdrüsen merkwürdig wenig gekümmert, obwohl gerade bei *jeder* Berührung mit radioaktiven Strahlen ihr Verhalten besondere Beachtung verdiente. Aber auch sonst gibt es eine große Zahl von Ungenauigkeiten, die dadurch bedingt sind, daß wir erst ganz am Anfang von Beobachtungen stehen, die eine mit der Verweildauer zusammenhängende biologische Veränderung und das Auftreten von radioaktiven Zerfallskörpern betreffen. So hat man zum Beispiel früher beim Ruthenium (106 Ru) geglaubt, daß es sich besonders in der Niere speichert, wie es sich auch bei den ersten Kontrollüberprüfungen zeigte. Später, bei langdauernder Verfütterung an Tiere, merkte man mit einem Male, daß das Knochensystem stark belastet wurde. Bei solchen Untersuchungen bemüht man sich nämlich, zu erkennen, welches das *kritische* Organ für einen bestimmten Strahler ist, das heißt, wo sich diese Substanz am

liebsten festsetzt. Dort wird dann verständlicherweise die stärkste Strahlenbelastung auftreten.

Aber selbst diese Theorie ist unsicher; denn es hat sich gezeigt, daß vielfach bei dem Eintreten radioaktiver Substanzen in den Organismus andere Körperteile, die von diesen Stoffen durchlaufen werden, mehr Strahlung erhalten können als das endgültige Speicherungsorgan.

Um so bedenklicher muß die ebenfalls durch *von Kaulla* getroffene überraschende Feststellung stimmen, daß radioaktives Jod sich nicht nur ziemlich rasch im Eierstock, sondern auch im Schleim des Gebärmutterhalses findet, somit offenbar das gesamte Genitale davon überschwemmt wird.

Nun ist die Verteilung und auch die Anreicherung an bestimmten Stellen in bestimmter Menge weitgehend von der Art der Aufnahme abhängig. Während man bei der Einspritzung in eine Blutader noch die übersichtlichsten Verhältnisse hat, ist das schon ganz anders beim Magen und Darm. Da man häufig mit sehr kleinen Mengen arbeitet, die selbst bei guter Meßapparatur schwer nachzuweisen sind, hat man einfach erst einmal höhere Dosen gegeben und dann rückgeschlossen auf die erträgliche Menge. Ein derartiges Vorgehen ist typisch für die mechanisch-vereinfachende Art des Denkens und hat natürlich auch zu erheblichen Fehlresultaten geführt. Man hatte nämlich anfangs die bei höheren Dosen schon am Darm auftretende Strahlungsschädigung nicht berücksichtigt, wodurch eine Veränderung der Aufnahme in diesen Darmabschnitten zustande kam.

Ähnliche Abweichungen der Berechnungsgrundlagen haben sich ergeben für die *Verweilzeit* der radioaktiven Substanzen nach ihrer Einführung in den Körper, so daß die auf der ursprünglichen Basis angenommenen Werte der internationalen Strahlenschutzkommission eine Überprüfung erfahren dürften.

Interessant ist, daß man bei diesen, zum Teil im Ergebnis sehr gegensätzlichen Experimenten gelernt hat, wie schwer eine genaue Abschätzung der Gefahren ist. Mag das bei der Zuführung eines einzigen Radioisotops bis zu einem gewissen Grade noch erfahrbar sein, so werden die Verhältnisse verwirrend und unklar, wenn zwei oder mehrere Strahler mit verschiedenem Verteilungsmuster geprüft werden. Man kann dann nicht von den für jeden Stoff gewonnenen Werten ausgehen, weil sich die Wirkungen überlagern und übersteigern, so daß Einflüsse auf den Gesamtorganismus auftreten, die vorher nicht einkalkuliert werden können. Gerade das ist aber die Situation unserer heutigen Zeit und wird es immer mehr werden, je stärker der allgemeine vielseitige Umgang mit der Radioaktivität ist.

Eine weitere Schwierigkeit taucht bei dem Vergleich der verschiedenen Strahler auf. Bei Alpha- und Betastrahlern ist beispielsweise keineswegs das große Verteilungsmuster im Körper und das kleine innerhalb der Organe genügend bekannt, um die Wirksamkeit qualitativ richtig beurteilen zu können. *Catsch* hat das sehr eindrucksvoll an dem praktisch so wichtigen Vergleich von Radium 226 und Strontium 90 aufgezeigt. Obwohl man sich über die im Organismus zulässige Menge von Radium (bisher 0,1 μ C) heute ebenfalls nicht mehr einig ist, hat man auf Grund der kurzfristig auslösbaren Vergiftungserscheinungen mit Strontium dessen Giftigkeit als zehnfach geringer gegenüber Radium angesehen ... Indessen haben jedoch Versuche, die eine längere Zeit durchgeführt wurden ergeben, daß bei chronischen Vergiftungen eine starke Annäherung der beiden Substanzen in ihrer Strahlenbelastung auftritt. Praktisch gesehen bedeutet es, daß die bis heute gültige zulässige Strontiumdosis um das Doppelte zu hoch ist. Was das für die Gesamtmenschheit für Folgen hat, vermag man überhaupt nicht abzuschätzen.

Um einen Vergleich der unterschiedlichsten Strahler in bezug auf ihre Gewebsschädigung zu haben, hat man schematisch Multiplikationsfaktoren je nach verwendeter Strahlenart angegeben, wobei als Bezugsgröße die Röntgen- oder γ-Strahlung gewählt wurde. Physikalisch läßt sich ein solches Vorgehen vertreten, nicht jedoch biologisch.

Abgesehen davon, daß genauen Gewebsmessungen zur Zeit noch unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, laufen Ionisationsdichte und Schädigungsquote keineswegs parallel, wie man theoretisch dabei voraussetzen müßte. Es ist vielmehr sogar so, daß es oberhalb einer gewissen Grenze — wenn bei großer Dichte der Strahlung im Gewebe nichts mehr zu treffen ist — unnötige Luxusstrahlungen gibt, die keinen weiteren Gewebseffekt auslösen können. So hat *Tarussow* berechnet, daß ein Organismus bereits abstirbt, wenn nur ein Zehnmillardstel aller in den lebenden Zellen enthaltenen Moleküle geschädigt wird.

An diesen Beispielen aus dem medizinischen Forschungsgebiet wird die gesamte Problemstellung klar, der wir uns mit der radioaktiven Durchdringung unserer Umwelt gegenübersehen. Stellt man all das einmal zusammen, so wirken auf Körper und Keimzellen augenblicklich:

1. Röntgen- und Radiumstrahlen (Medizin etc.),
2. Radioaktive Isotope (Medizin, Industrie etc.),
3. Fernsehen, Leuchtziffern, industrielle Röntgendurchleuchtung,

Ansteigende Gefährdung der Bevölkerung durch berufliche und allgemeine künstliche Strahlenbelastung

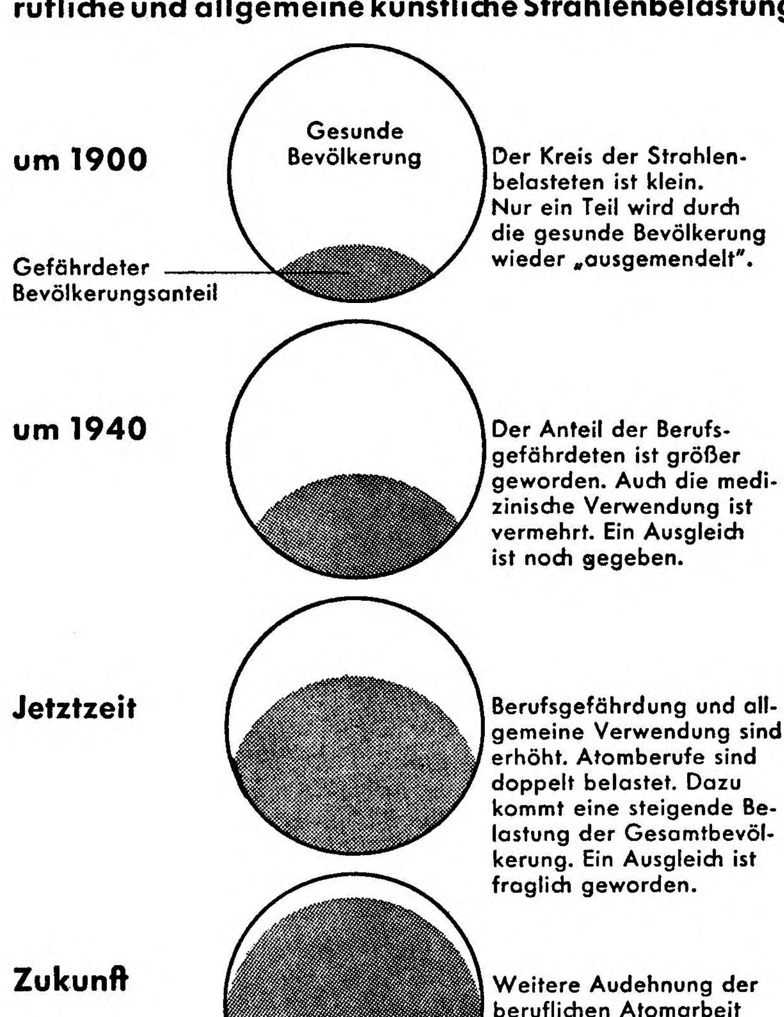


Abbildung 39

4. Berufsarbeit in strahlengefährdeten Betrieben (bes. Ärzte, Schwestern, Assistentinnen, Bergleute, Atomindustrie und Zweigbetriebe, »heiße Chemie«),
5. radioaktive Abfälle der Atomindustrie,
6. radioaktive Niederschläge aus Versuchsexplosionen.

Dazu das *Schemabild Seite 208:*

Während noch um 1900 der Kreis von Menschen, die mit strahlender Energie in Berührung kamen, verhältnismäßig klein war, und die gesunde Bevölkerung den Ausgleich schaffen konnte, ist bis 1940 ein erheblicher Anstieg der allgemeinen Verwendung zu verzeichnen. Gleichzeitig damit ist aber der Gesundheitszustand der Gesamtbevölkerung durch die Fortschritte der Medizin erheblich verändert. Durch manche neuen Medikamente und Behandlungsmethoden werden viele Menschen in die Lage versetzt sich fortzupflanzen, während sie früher gestorben wären oder keine Kinder erhalten hätten. Sie sind lebensschwächer und nicht so abwehrkräftig gegenüber feindlichen äußeren Einflüssen und sind zusätzlich durch die fortschreitenden Zivilisationsschäden auf anderen Gebieten gefährdet. Heute hat sich das noch weiter verschärft, aber hinzugekommen ist außerdem die radioaktive Verseuchung in Gebieten, die bisher von Zivilisationsschäden verschont geblieben waren. Nunmehr werden alle Erdenbewohner erfaßt, und wir befinden uns in einer völlig unsicheren Ausgangsposition für die Zukunft.

Sind diese Befürchtungen wirklich gerechtfertigt? Welche Probleme sind zum Beispiel mit der Entwicklung der Atomindustrie verknüpft?

Erinnern wir uns an den Begriff der Lebensgemeinschaften innerhalb der lebendigen Natur, in die der Mensch ebenfalls eingebaut ist, selbst wenn er sich — wie beschrieben — in einer ständigen Auseinandersetzung mit ihr befindet. Aber er atmet die Luft, er trinkt das Wasser, er ißt von der Pflanze und vom Tier, die sich wiederum aus dem Boden ernähren. Er ist abhängig vom Wechsel der Jahreszeiten, er lebt als Einzelmensch einige wenige Jahre mit unbekanntem Ein- und Ausgang. Dazwischen verändert er das Antlitz der Erde und schickt sich jetzt an, als wahrscheinlich gefährlichste Aktion seine natürliche Strahlungsumgebung entscheidend zu beeinflussen (siehe Bild 28).

Graul erwähnt, daß Versicherungsstatistiker berechnet haben, »ab 1970 käme etwa jeder sechste Bürger in den westlichen ›Atomstaaten‹ beruflich mit ionisierenden Strahlen in Berührung, und schon heute gäbe es mehr als 100 000 ›Atomarbeiter‹ in den USA.« Es wird in den anderen Staaten bald nicht anders sein und zeigt nur an, daß unser

Schemabild (siehe Seite 208) keine Utopie darstellt, sondern annähernd den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht. Der Strahlenschutz in den Betrieben selbst ist dabei bekanntermaßen bei strenger Kontrolle noch immer am besten durchführbar, sofern man voraussetzt, daß die heutigen Vorstellungen von der menschlichen Belastungsgrenze richtig sind. Wie sieht es aber für den durchschnittlichen Staatsbürger aus, der nicht einmal ahnt, daß er ohne seinen Willen in eine bisher nicht übersehbare Gefahr gebracht wird?

Den ersten Schock lösten in der Öffentlichkeit die Berichte aus, die über die Radioaktivitätsmessungen in der Umgebung amerikanischer Reaktorstationen Auskunft gaben. Das geschah auf der Genfer Atomkonferenz, und *Bechert* hat darüber eine kurze Zusammenfassung gegeben:

»Das Wasser des Columbiaflusses, an dessen Oberlauf die Hanford-Atomwerke liegen, ist zwar nur in geringem Maße radioaktiv, weil die Abwässer des Werkes gut entseucht werden, aber das Plankton im Fluß weist 2000mal mehr an Radioaktivität auf als das Flußwasser, junge Flußenten 40 000mal mehr, Flußfische 150 000mal mehr. Junge Schwalben, die von den alten Tieren mit Wasserinsekten gefüttert werden, zeigen sogar eine 500 000mal und das Eigelb von Flußvögeln eine 1 500 000mal größere Aktivität. Würde man durch die Abwässer des Hanford-Werkes den Gehalt an radioaktivem Phosphor im Flußwasser auch nur so weit ansteigen lassen, wie es der Zulässigkeitsgrenze für Trinkwasser entspricht, dann wäre die Toleranzdosis für die Fische schon überschritten, sie würden Strahlenschäden zeigen und wären für die menschliche Nahrung wegen ihrer Radioaktivität ungeeignet. Man hat schon vorgeschlagen, die Pflanze-Tier-Lebensgemeinschaft von Gewässern zum Aufspeichern der Radioaktivität des Wassers zu benützen und dadurch das Wasser trinkbar zu erhalten. Essen kann man die Lebewesen solcher Gewässer dann natürlich nicht mehr. Entsprechende Feststellungen wie für Hanford sind auch für andere Reaktorstationen, zum Beispiel Oak Ridge, gemacht worden.

Es gab erneut ein großes Aufsehen, als die gräßlichen Bilder von den verunstalteten Fröschen durch die Presse gingen, die man in Holland aus dem Graben fischte, in den ein kernphysikalisches Institut seine Abwässer laufen ließ. Die Arbeiten der Zoologen wurden unverständlicherweise von den Physikern dadurch behindert, daß man zur Abtötung aller vielleicht noch auffindbaren Lebewesen eine giftige Lösung in den Graben goß. Das zeigt, wie schwer offenbar eine Annäherung biologischer und technischer Denkweise ist. Ein Beispiel dafür gibt auch *Labeyrie*, der einen Vortrag über Reaktorfragen ganz selbstverständ-

lich und ohne sich wohl der Ungeheuerlichkeit seiner Aussage bewußt zu sein, schließt: »Die Physiker finden hier ein interessantes Arbeitsfeld, das sie zwingt, sichere und äußerst empfindliche Nachweismethoden unter Verwendung modernster Technik zu entwickeln. Aber es ist sehr wahrscheinlich, daß auch andere Zweige der Wissenschaft interessiert werden, insbesondere ist zu erwarten, daß die Radiobiologen zum Studium des Einflusses der radioaktiven Einwirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung des Reaktors sowohl in pathologischer als auch genetischer Hinsicht angeregt werden.«

Nicht der Mensch und seine Gesundheit stehen im Vordergrund, nein, er ist ein anregendes Studienobjekt bei auftretenden Mängeln und Fehlern überhasteter technischer Vorhaben! Nicht anders steht es ja mit den Bombentests, die mittlerweile geradezu symbolisch geworden sind für verbrecherischen Leichtsinn und durch die man die gesamte Menschheit zu Versuchskaninchen degradiert hat ...

Welche Fülle von Aufgaben überhaupt noch nicht angepackt ist, kann man dem Bericht der National Academy of Sciences (USA) entnehmen:

»In einigen Jahren wird diese langsam ansteigende Strahlung sich voraussichtlich in landwirtschaftlichen Produkten und Nahrungsmitteln durch die Anwesenheit von Elementen, die vorher nicht darin vorhanden waren oder die sich in unnatürlichen Mengen darin befinden, bemerkbar machen. Gegenwärtig kann man noch nicht angeben, wann ein Nahrungsmittel, das sonst genießbar ist, durch unnatürlich große Mengen Radioaktivität ungenießbar oder schädlich wird. Dringend notwendig sind Angaben über die späten biologischen Wirkungen nach Aufnahme solcher Nahrungsmittel durch Mensch und Tier. Situationen, in denen solche Werte von großer öffentlicher Bedeutung sind, sind nicht undenkbar und möglicherweise unumgänglich.«

In den kommenden Jahrzehnten wird sehr wahrscheinlich allgemein die Radioaktivität auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ansteigen. Dazu tragen bei: »fall-out« (wenn die Atombombenversuche fortgesetzt werden), radioaktive Abfälle von Kernkraft- und Isotopenaufarbeitungsanlagen. Wie auch im Bericht eines anderen Ausschusses festgestellt, werden wir alle Anstrengungen zu machen haben, um der radioaktiven Abfälle Herr zu werden. Ein Atomkrieg oder Unfälle an Kernkraftanlagen können natürlich sehr stark die Umgebungsstrahlung erhöhen und schwierige Probleme für die Verwendung des Landes zu landwirtschaftlichen Zwecken aufwerfen.

Die Verteilung in der Umwelt, in Böden in verschiedenen Tiefen, in Vegetation, im Wild, in Flüssen und so weiter muß bestimmt werden.

Die Geschwindigkeit der Speicherung im Boden und ihre Beeinflussung durch die Landbenutzung muß untersucht werden. Waldland, Weideland, kultiviertes Land, Gras- und Ackerland, bewässertes und unbewässertes Land können sich verschieden verhalten.«

Ein weiterer Unterausschuß hat sich mit den Fragen beschäftigt, die in der Wasserwirtschaft akut geworden sind, geht aber leider nur kurz auf die gefährliche Entwicklung ein, die ich ausführlich geschildert habe. Trotzdem ist aber die Schlußfolgerung die gleiche:

»Es ist unerläßlich, daß man die Natur der Abfälle, die mit der Entwicklung der Atomenergie auftreten, im voraus abschätzt. Wie wir wissen, kann man Wasser, das mit Radioisotopen verunreinigt ist, nur durch Verdünnung, Ausfällung und Sedimentation oder durch Zerfall der Radioaktivität reinigen. Eine unerwünschte Ansammlung solcher Abfälle durch eine schlecht geplante Beseitigung kann durch nichts rückgängig gemacht werden.«

In den Jahren 1952/53 und 1957/58 im Bereich der Tonga-Senke durchgeführte physikalische und chemische Untersuchungen führten zur Erkenntnis, daß die morphologische Beschaffenheit des Meeresgrundes in Verbindung mit Zirkulationsströmungen am Grunde der Tiefseesenke eine Ablagerung von Atommüll in ozeanische Gräben als sehr problematisch erscheinen lassen. Es besteht ständig die Gefahr einer Durchmischung von Oberflächenwasser mit aus der Tiefe aufsteigenden Wassermassen und damit eine radioaktive Verseuchung der marinen Biosphäre. Die darauffolgende Aufnahme und Speicherung solcher Isotope durch die pflanzliche und tierische Lebewelt des Meeres wird von *Bogorov* und *Kreps* als eine ernste Gefahr für die Zukunft angesehen.«

Es ist nach *Bogorovs* Feststellungen anzunehmen, daß der Wasseraustausch zwischen den Tiefenschichten und der Oberfläche innerhalb von fünf Jahren stattfindet, also in einer Zeit, die nicht für ein Abklingen der gefährlichen Strahlung einiger Isotope ausreicht.

Ähnlich hat sich *Auguste Piccard* nach dem sensationellen Tieftauchversuch seines Sohnes Jaques — zusammen mit *Don Walsh* bis auf 11 000 m im Pazifik — geäußert. Die beiden Pioniere haben in ihrer Tauchkugel Fische gesehen, die auch in sehr viel höheren Schichten vorkommen, so daß aus diesen und anderen Umständen mit einer Zirkulation des Wassers in vertikaler Richtung gerechnet werden muß. Sogar sehr tief eingesunkener Atommüll kann auf diese Weise wieder hochgespült werden.

Die Besonderheiten der Binnenmeere oder großer Meerbusen (Ostsee, Adria) wurden bei allen Erörterungen viel zuwenig beachtet. Da-

her wiesen *Hela* und *Manner* darauf hin, wie wenig Wasserdurchmischung zum Beispiel in der Ostsee zustande kommt und wie sehr dadurch die Konzentrationsgefahr für radioaktive Substanzen im Schlamm und der Meeresfauna gegeben sei. Ähnliches gilt für das als Atommüllbecken ausersehene Mittelmeer.

Aus alledem ergibt sich, daß die biologischen Gegebenheiten es nicht mehr gestatten, durch rücksichtslose Atommüllfabrikanten staatlicher oder privater Prägung unkontrolliert den Nahrungsreichtum der Weltmeere vergiften zu lassen. Die »Freiheit der Meere« beginnt in unserer Zeit einen neuen Bedeutungsinhalt zu bekommen, da es sich weder vom biologischen noch vom völkerrechtlichen Standpunkt her vertreten läßt, daß man vom eigenen (Dreimeilenzone) oder allgemeinen Wasser- und Fischereibesitz aus leichtsinnig eine Gefährdung der näheren und weiteren Anlieger herbeiführt.

Das aber scheinen lediglich wissenschaftliche Sorgen zu sein, um die sich der Praktiker nicht kümmert. Aus dem Bostoner Hafen fahren schon jahraus jahrein die Schlepper mit dem Atommüll zu vorher ausgesuchten Plätzen.

»Die See ist an dieser Stelle, die von Ingenieuren der amerikanischen Armee als Schuttabladeplatz ausgesucht worden war, ungefähr 75 Meter tief, und die Schlammschicht auf dem Meeresgrund ist so dick, daß der Beton beim Auftreffen nicht zerschmettert wird. Außerdem bildet der Schlamm noch einen zusätzlichen Schutz gegen radioaktive Strahlen. — Gegen Mittag war der letzte Betonblock versenkt, und der Schlepper dampfte wieder heimwärts gen Boston. Es war die 650. solche Fahrt der Irene-Mae seit 1946 ...« — An der Pazifikküste gibt es drei private Reedereien, die gelegentlich solchen Müll versenken.

»Manchmal wäre es um ein Haar schiefgegangen. Da metallisches Natrium sehr heftig auf Wasser reagiert, käme das Versenken solcher Fässer, in die früher oder später Feuchtigkeit eindringt, einem Minenlegen gleich. Am besten hat sich die Methode bewährt, die Fässer treiben zu lassen und aus gebührender Entfernung Löcher hineinzuschießen, damit Wasser eindringt und das Ding explodiert.«

Dieser Leichtsinn ist kaum zu überbieten, und *Born* hat ihn, als er durch Zeitungsmeldungen bekannt wurde, auch mit scharfen Worten kritisiert.

Es ist daher nicht verwunderlich, wenn der anerkannte Biologe *Glass* auf der Atomenergiekonferenz in Brookhaven erklärt hat, daß die Strahlungen aus dem Abfall der Atomkraftwerke gefährlicher seien für die Menschheit als die Kernwaffenversuche.

Diese Äußerung wird ergänzt durch *Tellers* Bericht vor dem Abrüstungsausschuß, in dem er die Gefahr einer Verseuchung durch Reaktorunfälle höher einschätzte, als die bei Kernwaffenversuchen. Als »Vater« der H-Bombe wird er zwar ein Interesse daran haben, die Gefährlichkeit dieses Experimentierens nicht zuzugeben, aber man soll sich solcher Aussprüche erinnern, wenn aus zweckbedingten Gründen andernorts gerade Gegenteiliges behauptet wird. Tatsache ist, daß jeder nicht unter sicherer Kontrolle zu haltende Umgang mit Kernenergie die Möglichkeit eines Dauerschadens für die Menschheit in sich birgt.

Auf dem ersten internationalen Kongreß für Strahlungsforschung im August 1958 beschäftigte man sich eindringlich mit der gar nicht zu übersehenden sorglosen Verwendung von radioaktivem Material. *R. H. Mole* äußerte dabei die Befürchtung, daß über kurz oder lang versucht werden könnte, die hohen Kosten der Atomenergieanlagen durch eine Senkung der Ausgaben für den Strahlenschutz aufzufangen. Die bereits geschilderten Erfahrungen auf anderen Gebieten und der bisherige Leichtsinn beim Umgang mit strahlender Substanz unterstreichen seine Warnung. Will man das Leben vor weitgehend unbekannten Gefahren so beträchtlicher Ausmaße schützen, dann müßte man alle verfügbaren Mittel einsetzen, um in großzügiger Weise die notwendigen biologischen und erbbiologischen Forschungen zu fördern.

Was zeigt jedoch gerade hier zum Beispiel der Finanzbericht der amerikanischen Atomenergiekommission, dessen Aufschlüsselung der fast zwei Milliarden Ausgaben für 1956/57 folgende Zahlen enthält:

787 Millionen Dollar für die Herstellung spaltbaren Materials
402 Millionen Dollar für die Beschaffung von Ausgangsmaterialien
337 Millionen Dollar für die Entwicklung und Herstellung von Waffen
276 Millionen Dollar für das Reaktorenentwicklungsprogramm
74 Millionen Dollar für Verwaltung, Ausbildung sowie für Zuschüsse beim Verkauf von Materialien an die Privatindustrie und an andere Länder
59 Millionen Dollar für Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Chemie, Physik und Metallurgie
33 Millionen Dollar für medizinische und biologische Forschungsarbeiten, besonders auf dem Gebiet der Krebsforschung.

Im Jahre 1958 lag das Verhältnis noch ungünstiger, da die Gesamtaufwendungen zwar 20 Prozent höher lagen, für die Biologie aber nur eine zehnprozentige Erhöhung abgefallen war.

Im Bulletin der Britischen Atomenergiebehörde Nr. 43 vom Mai 1960 findet sich eine Aufstellung über die bei ihr angestellten Kräfte. Den 32 Biologen stehen 4191 Physiker, Chemiker, Ingenieure gegenüber!

Ähnliche und zum Teil noch geringere anteilsmäßige Berücksichtigung der vordringlichen Forschungsarbeiten in der Biologie findet man in allen veröffentlichten Etats. Das ist auch nicht anders bei den internationalen Zusammenschlüssen zu gemeinsamer Arbeit. Interessant ist in diesem Zusammenhang ebenfalls die Verteilung der Gelder des ›Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft‹:

	Geistes- und Gesellschaftswissenschaften	Naturwissenschaften und Technik	Medizin
1952	10 %	85 %	5 %
1953	14 %	78 %	8 %
1954	16 %	76 %	8 %
1955	17 %	74 %	9 %

Prozentual bewegen sich also die ausgeworfenen Beträge für das gefährdete menschliche Leben in den meisten Etats in der Größenordnung bis zu zehn Prozent. Das aber genügt keinesfalls für alle andrängenden Probleme. Einzig eine radikale Umkehrung der Mittelverteilung würde dem gerecht! Leider wird man alle möglichen wirtschaftlichen und technischen Gegengründe anführen, denn der technische Fortschritt und die Wirtschaft rangieren weit vorne. Die Biologie und mit ihr der Mensch und sein Anliegen sind auf der Strecke geblieben, ja, man sieht die Gefahren gar nicht mehr oder macht bewußt vor ihnen die Augen zu.

Das trifft auch für die Diskussion um die Reaktorunfälle zu. Wir haben gesehen, daß die Möglichkeit technischen oder menschlichen Versagens auf alle Fälle gegeben ist, mag auch die Zahl solcher Vorkommnisse verhältnismäßig gering sein. Alle Vergleiche mit Erfahrungen auf anderen Gebieten treffen hier nicht zu, und wir haben ganz sorgfältig — um vieles sorgfältiger als bisher — abzuwägen, ob die Energie, die wir ja nur für den Menschen zähmen wollen, nicht sein biologischer Totengräber wird! Je weiter wir in der Zivilisation vorangekommen sind, um so ernster wurde das Problem der Vorsorge und Vorbeugung. Wer sich nicht regelmäßig um den Zustand seines Autos kümmert, kann sich allein auf Grund von technischen Mängeln zu Tode fahren. Dieser Tod betrifft ihn oder vielleicht noch einen kleinen weiteren Kreis von Menschen. Die Gesamtzahl der Verkehrstoten ist zwar

Allgemeine Belastung durch künstliche Strahlenquellen

0,5 - 4 R Röntgenuntersuchungen

Röntgen in Schuhgeschäften 0,03 - 0,3 R

Leuchtzifferblätter 0,01 - 0,1 R

Fernsehempfänger 0,03 - 0,05 R

Niederschlag aus Kernexplosionen 0,05 - 0,5 R

Natürliche Gesamtbelastung der Keimdrüsen innerhalb von 30 Jahren = 3 bis 5 R (Mittelwert 4 R).
Das Bild zeigt, daß die künstlichen, sich summierenden Strahlenquellen die natürlichen Werte annähernd er.eichen, ja sogar überschreiten können.



Abbildung 40

schon bedeutend; eine in die Luft fliegende Munitionsfabrik kann viele Menschen umbringen: aber das Unglück bleibt örtlich begrenzt — wohingegen ein einziger Reaktorunfall — mit fortschreitender Zeit (siehe Seite 138) — ein Unglück für die ganze Erdbevölkerung bedeuten kann! Die Zahl der sich mehr und mehr in der Atmosphäre, in Boden und Wasser ansammelnden langlebigen Strahler bleibt ja über Jahrhunderte, Jahrtausende erhalten und wird nicht nur dort, sondern auch direkt innerhalb der Erbfolgen der Organismen weitergegeben. Aber das Denken kreist nur um den augenblicklichen Erfolg, und *Kaplan* hat völlig recht, wenn er meint, daß sich die Menschen im Umgang mit der Radioaktivität »nicht anders verhalten als primitive Urwaldeingeborene den Naturgewalten gegenüber«.

In die Summierung kleiner und kleinster Schadensmöglichkeiten sind das öfter diskutierte Fernsehen, die Belastung durch radioaktive Uhren und Schuhdurchleuchtungsgeräte einzubeziehen. Die dafür geschätzten Werte sind der Abbildung 40 zu entnehmen.

Besteht die Möglichkeit, daß die Ausstrahlungen von nachtleuchtenden Taschen-, Armband-, Weckuhren und dergleichen mehr eine gesundheitsschädliche Wirkung haben? Dazu meint *Schoen:*

»The hazards to man of nuclear and allied radiations«, London 1956, geben an, daß eine Armbanduhr mit leuchtendem Zifferblatt ungefähr 0,2 Mikrocurie Radium enthält. Die geschätzte Gonadendosis, die durch das Tragen einer solchen Leuchtzifferuhr verursacht wird, ist ungefähr 0,01 R pro Jahr. Für Großbritannien wird angenommen, daß drei Millionen Männer, eine Million Frauen und Kinder Leuchtzifferuhren tragen. Außerdem existieren ungefähr zehn Millionen Leuchtzifferwecker in Großbritannien. Unter Berücksichtigung dieser Zahlen kann angenommen werden, daß die Populationsdosis, die auf Leuchtzifferuhren zurückzuführen ist, ungefähr ein Prozent der natürlichen Strahlenbelastung beträgt. Die UNO warnt neuerdings vor dem Gebrauch von Leuchtzifferuhren.«

Schubert und *Lapp* stellen folgende Berechnung an: »Ein Pilot, der häufig transkontinentale Flüge in großer Höhe durchführt, könnte etwa 40 Milliröntgen im Jahr an kosmischer Bestrahlung erhalten. Wahrscheinlich wird aber die Radioaktivität, die er von den Leuchtzifferblättern der Instrumente in der Pilotenkanzel erhält, erheblich höher sein. Manche Piloten erhalten etwa 1 R im Jahr von ihren Instrumentenbrettern, einzelne sogar bis zu 10 R im Jahr.

Das Leuchtzifferblatt einer Armbanduhr enthält etwa 1 Mikrogramm Radium auf dem Zifferblatt und auf den Zeigern. Wenn die Uhr in der üblichen Weise getragen wird, so daß das Zifferblatt von

der Haut abgewendet ist (es gibt euch Leute, die sie umgekehrt tragen), dann absorbiert das Metallgehäuse einen Teil der Strahlen. Auf der Uhrenoberfläche wird etwa 1 Milliröntgen in der Stunde ausgesandt, mehr bei größeren, weniger bei kleineren Zeigern und Ziffern. Das Risiko wird dadurch verringert, daß nur ein sehr kleiner Teil des Körpers der Bestrahlung ausgesetzt ist. Die Dosis für den ganzen Körper ist daher sehr gering, etwa zwischen 10 und 100 mR im Jahr, je nach der Uhrenart und den Gewohnheiten des Besitzers.

Ein Mensch mit einer Vorliebe für große Uhren (Taschenuhr) mit hellem, selbstleuchtendem Zifferblatt würde im Laufe seines Lebens einer örtlichen Einwirkung von mehreren hundert Röntgen ausgesetzt sein. Nachttischuhren senden infolge ihrer größeren Zeiger und Zahlen stärkere Strahlenmengen aus, doch schwächt der Abstand zum Schläfer ihre Wirkung ab.

Mütter sollten von Kleinkindern Leuchtzifferuhren aller Art fernhalten, nicht nur weil die äußerliche Bestrahlung zumindest unnötig ist, sondern auch weil ein Kleinkind radioaktives Material von der Zifferblattoberfläche in den Mund nehmen könnte.«

Wegen der immer wieder bei Messungen festgestellten Schwankungen der Radioaktivität bei den verschiedenen Uhrentypen hat die Bundesrepublik erfreulicherweise untere Normen in der ersten Strahlenschutzverordnung bestimmt. Dem mußten sich auch die ausländischen Uhrenhersteller, besonders in der Schweiz, beugen. Danach darf die Dosisleistung der nicht abgedeckten Strahlung in 10 cm Abstand von der Leuchtfarbe weniger als 0,1 mrem pro Stunde nicht überschreiten. Deshalb verwendet die deutsche Uhrenindustrie jetzt hauptsächlich Promethium 147 und Tritium.

Wer will wissenschaftlich haltbare Angaben machen über die tatsächliche Belastung beim Fernsehen, wenn die Firmen nicht gezwungen werden, *vor* der Einführung bestimmter Neuerungen die biologische Sicherheit eingehend überprüfen zu lassen? So hat *Zieler* bei einer Tagung Mitte 1956 erklärt, nachdem er vorher glaubte, die Harmlosigkeit der damals im Gebrauch befindlichen Fernsehgeräte bestätigen zu können:

»Während der letzten Jahre wurden zunehmend höhere Beschleunigungsspannungen in den Bildröhren verwendet. Ob diese Tendenz weiter anhalten wird, kann ich nicht sagen. Dies wird von den Anforderungen an die Bildhelligkeit und von der Weiterentwicklung der für die Bildschirme geeigneten Leuchtsubstanzen abhängen. Frühere Messungen an der in dem heute nicht mehr gefertigten Projektionsempfänger verwendeten Bildröhre für eine Beschleunigungsspannung von

25 kV ergaben in der Nähe der Röhre Dosisleistungen, die ohne besondere Schutzmaßnahmen weit oberhalb der zulässigen Werte lagen. Sollten derartige Betriebsspannungen bei Direktsichtröhren üblich werden, so wird man zusätzliche Schutzmittel vorsehen müssen. Das bedeutet zum Beispiel bestimmte Anforderungen an die Schutzscheibe vor dem Bildschirm. Großprojektionsgeräte mit wesentlich höheren Spannungen sind natürlich von vornherein wie Röntgengeräte zu behandeln.«

Es besteht also eine Tendenz, höhere Beschleunigungsspannungen einzuführen, und ich bin sicher, daß dabei nicht *vorher* der Biologe von allen Herstellern zu Rate gezogen wird! Nach einer US-Statistik gibt es gegenwärtig (Anfang 1958) auf der ganzen Welt ungefähr 56 Millionen Fernsehgeräte, und wenn dann die Menschen in der schon bekannten Unvernunft stundenlang Tag für Tag vor den Geräten sitzen und die Kleinkinder sogar in ihrer Stube fast in den Apparat hineinkriechen, dann muß man neben den anderen Bedenken (Augenerkrankungen, Kreislaufstörungen, Bedenken psychologischer Art) ebenso die Strahlengefährdung in Betracht ziehen!

Es ist auffällig, daß in den letzten Jahren keine neuen Veröffentlichungen erschienen sind, die sich mit der Weiterentwicklung der Fernsehgeräte im Hinblick auf biologische Beeinflussung beschäftigen.

In amerikanischen Schuhgeschäften werden nach kürzlich gemachten Angaben *(Maisel)* an über 10 000 Durchleuchtungsgeräten Untersuchungen von 40 000 nicht röntgentechnisch geschulten Verkäufern durchgeführt. Es heißt weiter:

»Zahlreiche Apparate geben — aus allen möglichen Gründen — viel mehr Strahlung ab, als sie sollen. Dabei braucht man solche Geräte gar nicht für den Nachweis, daß ein Schuh paßt. Das haben Fachleute wiederholt bezeugt.«

Nach den deutschen Untersuchungen zu dieser Frage handelt es sich bei den Schuhdurchleuchtungsgeräten nicht um Röntgenstrahlen mit hoher Energie. Dabei ist die im allgemeinen anzunehmende Strahlenbelastung der Verkäuferinnen etwa 12 mR (= 0,012 R) pro Woche. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Verkäuferinen nicht — wie häufiger beobachtet — öfter ihre eigenen Füße unter den Durchleuchtungsapparat stellen, um den Kunden einen guten Schuhsitz vorzuführen. Die Dosis ist hierbei nämlich erheblich höher, sie beträgt bei einer Durchleuchtungsdauer von nur zehn Sekunden etwa 3—4 R. Das ist verhältnismäßig viel und wird sicher oft noch überschritten. Auch der Schuhkäufer empfängt mindestens diese Strahlung. Daher stellt sich *Muth* auf den Standpunkt, daß diese unnötigen Schuhdurchleuchtungs-

geräte, »die während der letzten Jahre eine immer größere Verbreitung gefunden haben und die vor allem bei Kindern Verwendung finden, unbedingt verschwinden sollten«.

Die Weltgesundheitsorganisation gab 1963 bekannt, daß leider erst sehr wenige Länder, darunter einige Staaten der USA und Kanada die Anwendung von Röntgengeräten in Schuhgeschäften verboten haben.

Ganz unnötige weitere Zusatzbelastungen ergeben so alberne »Erfindungen« wie leuchtende Klosettringe in öffentlichen Toiletten, über die der dänische Erbforscher *Westergaard* verärgert berichtet.

Aber wer kümmert sich um solche Sorgen der Genetiker. In Amerika ist man auf den Gedanken verfallen, Golfbälle radioaktiv zu impfen, um die unauffindbaren Bälle mit Hilfe des Geigerzählers aufzuspüren. Grund: Jährlich gehen circa 13 Millionen Golfbälle (à 3 Mark) verloren!

Kürzlich las man von erfolgreichen Experimenten am britischen Atomforschungsinstitut mit einer Lampe, die mit radioaktivem Gas (Krypton 85) gefüllt wird. Sie hat den Vorteil einer zehnjährigen Glühdauer und soll zur Markierung von Fahrrinnen und Landebahnen, in Dunkelkammern, Bergwerken, bei Treppenbeleuchtungen verwendet werden.

Die wirtschaftlichen Vorteile durch diese Glühlampe erscheinen so groß, daß man ihre schnelle Verbreitung ohne genügende gesundheitliche Erprobung voraussagen kann. Aber vergessen wir nicht: Es summiert sich!

Die Eigenschaft strahlender Energie, auch Kleinlebewesen abzutöten, hat zu Versuchen geführt, sie zur Keimabtötung in Lebensmitteln, pharmazeutischen Geweben, Blutkonservierungen und so weiter zu erproben. Dabei bleibt in den bestrahlten Geweben natürlich keine Radioaktivität hängen, wie es sich manche Leute vorstellen, aber im Augenblick der Bestrahlung kommt es in diesen zu chemischen Veränderungen. Betroffen sind davon die wichtigsten Komponenten der Lebensmittel, die Vitamine und die Aminosäuren (= Grundeiweiß). In vielen Fällen ändern sich dabei Geruch, Geschmack und Farbe. Wie sich solche Nahrung auf die Dauer beim Menschen auswirkt, ist noch völlig ungewiß, und es ist daher nicht vertretbar, wenn ein ärztlicher Referent für medizinische Neuheiten in einer großen Tageszeitung seiner Leserschaft folgendes vorsetzt:

»Alle bisher durchgeführten Tierversuche über die Verträglichkeit der bestrahlten Lebensmittel haben ergeben, daß durch das Bestrahlen keine giftigen Eigenschaften entstehen, auch keine krebsauslösenden Faktoren, auch dann nicht, wenn in dieser Hinsicht besonders verdäch-

tiges Material bestrahlt wird, wie etwa Fette, Öle, Stearingemische. Ebensowenig ergab sich eine die Fortpflanzung schädigende Eigenschaft von bestrahlten Lebensmitteln.«

Demgegenüber äußern sich wirkliche Sachkenner, wie *Meissel*, *Remesowa* und andere, die sich auf eine große Erfahrungsgrundlage stützen können, sehr viel vorsichtiger:

»Erstens sind umfangreiche Untersuchungen über Grad und Charakter der Zerstörung der wichtigsten Bestandteile der sterilisierten Lebensmittel notwendig, und zwar der Aminosäuren, der Purin- und Pyrimidinbasen, der Vitamine, Fette und Lipoide. Die auf diesem Gebiet vorliegenden Resultate sind ganz unzureichend, besonders fehlen vergleichende Ergebnisse für die Bewertung in bezug auf die Strahlen- und die thermische Sterilisierung.

Zweitens ist die Frage äußerst wichtig und noch zu klären, ob sich infolge der Strahlensterilisierung nicht toxische Stoffe bilden, die beim systematischen Genuß der auf diese Weise sterilisierten Lebensmittel für den Organismus schädlich sein können.«

»Zur Lösung der Frage einer Anwendung ionisierender Strahlen für die praktische Sterilisierung von Lebensmitteln ist eine gründlichere Erforschung des Charakters und des Grades der chemischen Veränderungen der sterilisierten Lebensmittel sowie die Klärung ihrer Nährvollwertigkeit und Nichttoxität erforderlich.«

Allerdings scheint es mir wichtig zu sein, daß man sich nicht nur um die einzelne chemisch erkennbare Strukturveränderung des organischen Gewebes kümmert, sondern man braucht einen biologischen Indikator, der das Nahrungsmittel in seiner Gesamtheit zu erfassen versucht. Man erinnere sich der Tatsache, daß während des Krieges Vitamin-C-Mangelerscheinungen in Norwegen nicht durch die einfache Zufuhr von Vitaminbonbons zu beheben waren, sondern nur durch die natürliche Vitaminkomplexverbindung aus frischen Zitronen oder anderen Vitamin-C-Trägern. Interessante Beiträge zu dieser Frage hat *v. Hahn* geliefert, der die Kristallisationsbildungen unbehandelter Gemüsesäfte und nach Einwirkung verschiedener Konservierungsmittel sowie nach Bestrahlung mit radioaktiven Substanzen untersucht hat. *v. Hahn* ist kritisch genug, um sich nicht anzumaßen, mit diesem Untersuchungsverfahren eine absolute Aussage über die Qualität eines Nahrungsmittels geben zu wollen. Aber »wenn bei der Behandlungsmethode eines Gemüsses der Anspruch erhoben wird, es handele sich bei dem so zubereiteten Gemüse um frische Ware, so darf auch das Kristallisationsbild nicht von dem des rohen Gemüses abweichen.«

Dem muß man beipflichten, da sich die Art der Kristallisationen

immer wiederholen läßt. Es bleibt beachtlich, wenn man sieht, welche veränderten Kristallanordnungen sich nach der Bestrahlung ergeben. Ähnliche Unterschiede werden von dem Verfahren der Transpirationsmessung berichtet. Bei alledem kann es sich bisher nur um erste Versuche handeln, die einer Vertiefung und weiteren Bearbeitung bedürfen. Aber diese Hinweise werden übergangen, die Methodik wegen der einen oder anderen Unzulänglichkeit lächerlich gemacht, obwohl man selbst nur viel schlechtere, einseitige und unbiologische, quantitative Messungen vorzuweisen hat. Es ist allzu leicht, dem unwissenden Verbraucher ein Zukunftsparadies vorzugaukeln.

Gegenüber diesem ungehemmten Wirtschaftsoptimismus wirkt eine nüchterne Mitteilung aus der »Atompraxis« wie eine kalte Dusche:

»In den letzten Monaten ist bekannt geworden, daß die Verfütterung strahlensterilisierter Nahrung möglicherweise doch gesundheitlich schädliche Wirkungen entfaltet. Die an diesem Zweig der Strahlennutzung sehr interessierte amerikanische Armee hat daraufhin die Arbeiten an ihrem mit 7,5 Millionen Dollar veranschlagten Nahrungsmittelbestrahlungszentrum in Stockton (Californien) einstweilen ausgesetzt, um eine Abklärung der noch strittigen Fragen abzuwarten.

Auf Grund dieser und anderer Neuigkeiten darf mit einer sehr regen Forschungs- und Diskussionstätigkeit auf diesem Gebiet in den nächsten Monaten und Jahren gerechnet werden.«

Für Europa wurde in Paris ein Zentralforschungsinstitut zur Strahlenkonservierung der Lebensmittel gegründet, über dessen Ergebnisse bisher noch zu wenig bekannt ist. Es gilt jedenfalls für den Verbraucher eine erhöhte Wachsamkeit zu bewahren, allzu leicht gibt man sich auch bei so wichtigen Untersuchungen mit Kurzprüfungen zufrieden, um die kommerzielle Auswertung beginnen zu können.

Die Eigenschaft der Abtötung kleiner Lebewesen hat natürlich gleich das Interesse anderer Fachgebiete hervorgerufen, und so sind radioaktive Abfallstoffe als Holzschutzmittel empfohlen worden. Dabei möge man sich der Vorgänge bei den Pflanzenschutzmitteln erinnern, die auch bedenkenlos großzügig verwendet wurden. Eine Kontrolle von *Sandermann* und *Casten* hatte folgendes Ergebnis:

»Bei der Verwendung von ›Atommüll‹ für den Holzschutz ist nach neueren Untersuchungen mit erheblichen Aktivitäten zu rechnen, die schwerste Schäden für Menschen und Warmblütler verursachen können. Von allen in Betracht kommenden Isotopen (Zirkonium 95, Cer 144, Caesium 137, Strontium 90) kommt für einen eventuellen Holzschutz nur das letztere mit einer Halbwertzeit von 21,6 Jahren in Frage, da es schwerlösliche Salze bildet. Wie die an Termiten durchgeführten

Untersuchungen ergaben, ist jedoch nur die 1 mC/cm³ entfaltende Imprägnierlösung (Strontium 90-nitrat) für einen wirksamen Holzschutz geeignet. Bei einer veranschlagten notwendigen Schutzdauer von etwa 65 Jahren müßte wegen des Rückganges der Aktivität zu Beginn die achtfache Menge eingesetzt werden, diese Menge ist jedoch erheblich, wenn man bedenkt, daß bereits wenige MC (Mikro-Curie) einer Strahlung von Strontium 90, das im Knochen fixiert wird, im menschlichen Körper schwerste Strahlungsschäden hervorruft. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß Insekten, pflanzliche Schädlinge, besonders Sporen, Bakterien und Viren eine ganz erheblich höhere Widerstandskraft beziehungsweise -fähigkeit gegen Strahlenschäden (bis zu mehreren Millionen R!) besitzen als der Mensch und Warmblütler. Nach der vom American National Bureau of Standards herausgegebenen Gefährlichkeitsklassifikation ist darüber hinaus Strontium 90 noch weit gefährlicher als das bekannte Kobalt 60. Danach dürften die Abfallprodukte von Atomkraftwerken für den Holzschutz nicht in Frage kommen.«

Das leitet über zu anderen Versuchen, die Abfälle der Atomkernenergie nützlich zu verwerten. Was der menschliche Körper dazu sagen wird, ist allerdings noch nicht bekannt. In den »Atom-Informationen« findet sich diese Meldung:

»Die Gewinnung von Düngemitteln im Atomreaktor aus den Bestandteilen der Luft wird zur Zeit in den Vereinigten Staaten zur Großproduktion vorbereitet. Die Vorversuche sind abgeschlossen, über ihren Erfolg hat *Hartek* in den Atom-Fachzeitschriften der USA berichtet. Das Verfahren ist verhältnismäßig einfach: die durch die Kernspaltung freiwerdende Energie kann zu einem großen Teil für den chemischen Prozeß benutzt werden, durch den aus Stickstoff und Sauerstoff der Luft eine Verbindung entsteht, nämlich Stickoxyd, aus dem dann das salpetersaure Salz hergestellt wird. Düngemittel, die auf solche Weise gewonnen werden, sind nur ganz schwach radioaktiv, ihre Verwendung ist daher ungefährlich. Außerdem können diese Düngemittel sehr lange gelagert werden. — Diesem Verfahren zur Gewinnung salpetersauren Salzes wird größte Bedeutung beigemessen, da die natürlichen Reserven von Salpeter-Düngemitteln nahezu erschöpft sind und die Produktion synthetischer Düngemittel aus Ammoniak noch immer ein recht kostspieliger Prozeß ist.«

Wieder eine neue Quelle radioaktiver Umweltsveränderungen, von der die meisten Menschen gar nichts ahnen, die aber genauso wie die vielen anderen mit einbezogen werden muß in die Gesamtsumme. Es ist hier wie überall im Leben — unter dem Strich wird abgerechnet!

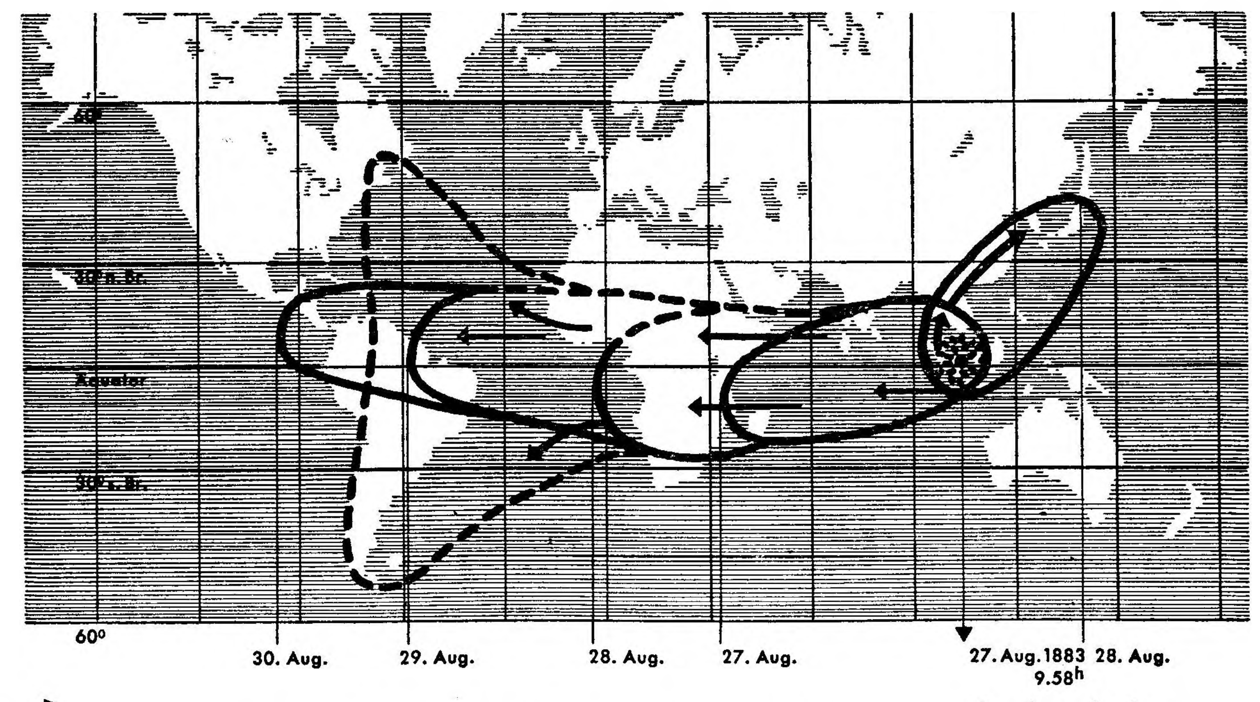


Abbildung 41

Ausbruch des Krakatao

Der Weg des Vulkanstaubes im Jahre 1883. Ähnliche Wege nimmt radioaktiver Staub, wie er durch die Atomversuche in nahegelegenen Gebieten erzeugt wurde

Anders steht es natürlich mit der vernünftigen Anwendung strahlender Substanzen in der gesamten biologischen *Forschung*. Dabei geht man stets von der Grundlage einer immer vorhandenen natürlichen Atomkernenergie aus, die eine Reihe von Umwandlungen durchmacht, von denen die wichtigste in der Pflanze vollzogen wird. In diesem Zusammenhang begegnen wir nun wieder dem bereits erwähnten mehrgleisigen Kohlenstoff 12, 13 und 14.

Im Chemieunterricht haben zumindest die aufmerksamen Schüler gelernt, daß sich in der Luft Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenstoffgas im Verhältnis 78,8 % : 21 % : 0,2 % befinden. Den Rest bilden seltene Gase und Wasserdampf. Wichtig ist nun, daß sich der Kohlenstoff 14 unter der Einwirkung kosmischer Strahlen aus dem Luftstickstoff bildet (s. Bild 27, S. 162). Er ist eingepaßt in den Kohlenstoffkreislauf der Gesamtnatur und hat eine Halbwertzeit von 5 600 Jahren. Dadurch ist er auch geeignet für die Altersbestimmungen gewisser Hölzer und Aschenreste in alten Gräbern, so daß er den Archäologen schon große Dienste geleistet hat. Stellt das radioaktive Kohlenstoffgas nun auch nur einen geringen Anteil des gesamten Kohlenstoffgases dar, so ist es doch wichtig, zu wissen, daß im Laufe der Jahrtausende ein Ausgleich in der natürlichen Zufuhr und dem Abfall der Radioaktivität des Kohlenstoffs eingetreten ist. Niemand vermag zu übersehen, was es für die Zukunft der Menschheit bedeuten mag, wenn jetzt dieses Gleichgewicht entscheidend gestört wird.

Aus vielen Untersuchungen wissen wir, wie wichtig das Kohlendioxyd für die Erhaltung irdischen Lebens ist. Beginnend bei der Energieumsetzung, die im Beisein des Blattgrüns der Pflanzen vor sich geht, bis hinein in den Zellstoffwechsel jedes Lebewesens begegnet es uns in mannigfachen Abwandlungen immer wieder. Viele der bisher unbekannten Zwischenprodukte ließen sich durch die Isotopenanwendung an Pflanzen und Tieren erkennen, zeigten aber ebenso eindringlich die ungeheure Verzweigtheit und Verschachtelung allen organischen Lebens untereinander. Sie betreffen in immer sich verstärkendem Ausmaß jetzt nicht mehr nur Boden, Wasser, Pflanzen, sondern die gesamte Atmosphäre.

Wir haben schon bei der Erörterung der kosmischen Strahlung verstehen gelernt, daß die bis in etwa 400 km Höhe reichende Lufthülle der Erde einen guten Bremsschutz gibt, um schädliche, unter Umständen sogar tödliche Einstrahlungen für das organische Leben zu verhindern. Man rechnet dazu die weiche Röntgenstrahlung, das sogenannte kurzwellige Ultraviolett und besonders die sehr energiereiche Ultrastrahlung (bestehend aus den beschriebenen Protonen). Das ganze über

uns liegende Luftmeer, auf dessen Grunde wir ähnlich wie in den Ozeanen die Tiefseefische leben, nennen wir *Atmosphäre*. Wir haben an ihr verschiedene Schichten unterscheiden gelernt, deren Dichte mit der Höhe abnimmt und die bestimmt werden von der Art der Vorgänge, die sich in ihnen abspielen. So reicht von der Erde bis in etwa 12 Kilometer Höhe die eigentliche Wetterschicht, *Troposphäre* genannt; darüber liegt (von 12 bis etwa 80 Kilometer) die *Stratosphäre*, in der sich hauptsächlich die im ersten Kapitel benannten Zweit- oder Sekundärstrahlen aus der Ultrastrahlung bilden. Gleichzeitig wird dort vermehrt Ozon (O_3) gefunden, der für die atmosphärische Schutzwirkung von großer Bedeutung ist. Von etwa 80 Kilometern und höher hinauf rechnet man dann die *Ionosphäre* mit ihren verschieden stark ionisierten Schichten, die nach oben zu immer dünner werden und schließlich bei 300 bis 400 Kilometern in den Weltraum übergehen, so daß natürlich von einer scharfen Abgrenzung nirgends gesprochen werden kann.

Wir leben demnach nicht nur am Boden eines Luftozeans, sondern — wie sich immer deutlicher abzeichnet — ebenfalls am Grunde eines elektrischen Ozeans, wobei man allerdings bemerken muß, daß man besser von einem elektrischen Feld spricht. Die Physiker meinen mit dem »Feldbegriff« einen von bestimmten, hier elektrischen, Kräften erfüllten Raum, der seine innere Spannung durch die positiven oder negativen Ladungen erhält. In der Atmosphäre besteht stets und überall ein elektrisches Feld. Man kann aus verschiedenen Erscheinungen schließen, daß die Erdoberfläche sozusagen die negative Begrenzung darstellt, während das positive Gegengewicht über uns in der Höhe oder im unendlichen Weltraum liegt. Ständig ist in einem so spannungsgeladenen Raum alles in Bewegung, so daß es niemals, wie auch sonst im Lebendigen, einen Stillstand gibt, und es ist genau wie dort eine Ordnung in dieser Unruhe zu erkennen, je nach der vorherrschenden Feldrichtung (+ oder —). Für das gesamte elektrische Luftgeschehen spielt nach *Israel* das Gewittergeschehen die Hauptrolle als Nachlieferant von Energie.

Für unsere Fragestellung interessieren besonders die Träger der elektrischen Ladung, die Ionen, von denen man kleinere und größere gemessen hat, die sich entsprechend ihrer Masse durch unterschiedliche Beweglichkeit auszeichnen. Beide findet man als Schwebeteilchen in der Atmosphäre, wobei die »Großionen« auch nicht mehr als 10^{-5} cm = 1 Zehntausendstel Millimeter oder Hunderttausendstel Zentimeter messen. Sie hängen infolge ihrer Kleinheit praktisch schwerelos in der Luft, und daher spricht man von einer »Lösung« solcher Teilchen in der

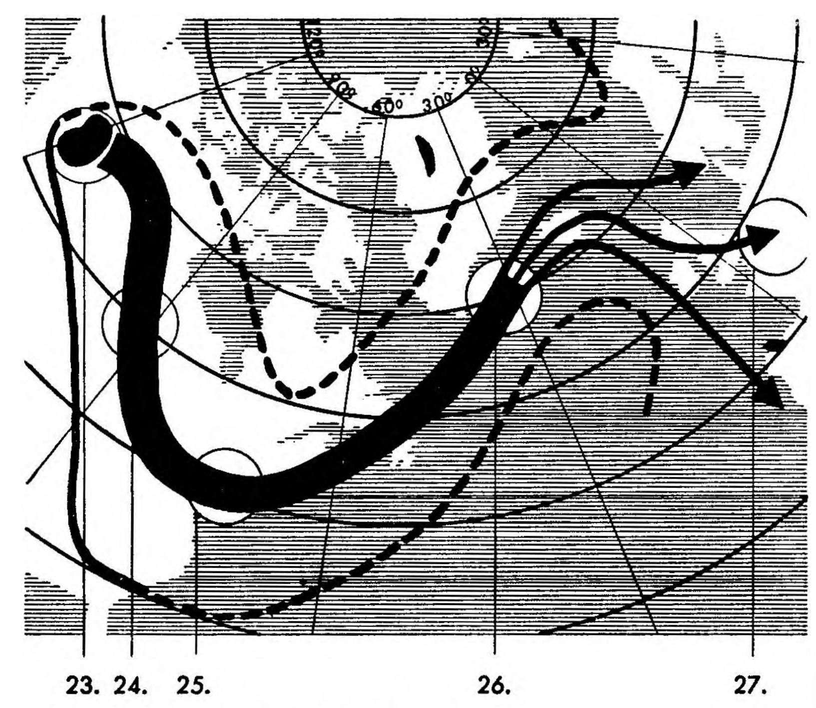
Luft als von einem »Aerosol« (aër = Luft; solutio = Lösung). Man ist sich dabei dessen bewußt, daß es keine echten Lösungen im chemischen Sinne sind.

Ihre Wirkungen bekommen wir beinahe tagtäglich zu spüren, wenn in der Luft eine Aufsättigung mit Wasser eingetreten ist. Kommt es zu einer »Übersättigung«, dann muß der Überschuß als flüssiges Wasser wieder ausgeschieden werden, er muß kondensieren, wie man es beim Beschlagen kühler Scheiben mit Wasserdampf und nachfolgender Tropfenbildung beobachten kann. In der Atmosphäre übernehmen die Schwebeteilchen die Rolle der »Kondensationskerne« für die Wassertropfenbildung, und so sind die Aerosolteilchen maßgeblich für das Wettergeschehen durch die Bildung von Regen- und anderen Wolken, Nebel- und Dunstschichten.

Je höher die Aerosolteilchen schweben, desto weiter können sie durch die Luftströmungen um die Erde getragen werden, bevor sie nach dem ganz langsamen Absinken in die Troposphäre zu Wetterbildnern werden und mit dem Regenguß nach unten auf die Erde aus der Atmosphäre ausgewaschen werden.

Sicher ist durch die vielen technischen Prozesse der Neuzeit (siehe Luftverunreinigung) auch die Zahl der Schwebeteilchen in der Atmosphäre erhöht worden. Das Atomzeitalter vermehrt nun darüber hinaus in erheblichem Umfange die Menge der radioaktiven Aerosole. Daß sie auch in der natürlichen Umwelt vorkommen, haben wir bereits bei der Erörterung der inneren Ganz- und Teilkörperbestrahlung besprochen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Folgeprodukte der Edelgase Radon und Thoron, die mit den Aerosolen in die Atemluft gelangen. Dies ist aber nur der eine Zugangsweg zu Mensch und Tier und betrifft die gerade in der Luft vorhandene Menge an diesen Stoffen. Sie kann auch unter »natürlich« gegebenen Verhältnissen gefährlich werden, wie sich im vorigen Jahrhundert zeigte, als bei Bergarbeitern der anfangs unerklärliche »Schneeberger Lungenkrebs« auftrat. Später stellte man fest, daß durch das dortige Urgestein so viel radioaktive Staubgemische entstanden waren, daß sie nach der Einatmung ihr zerstörendes Werk an der Lunge verrichten konnten. Ähnliches weiß man aus anderen Gebieten. Das waren aber bis zum Beginn des Atomzeitalters Ausnahmefälle.

Radioaktive Schwebestoffe können noch auf eine andere Weise in das Körperinnere gelangen, wie es schon im Zusammenhang mit den Erfahrungen bei den radioaktiven Abwässern des Columbiaflusses beschrieben wurde. Wir müssen auch für die radioaktiven Schwebestoffe derartige Konzentrationserhöhungen durch den Austausch im Kreis-



Strömungskarte des kanadischen Brandrauches vom 23. bis 27. 9. 1950 mit eingezeichneten Teststellen (Kreise). So schnell und weit kann sich auch radioaktiver Staub von Kontinent zu Kontinent ausbreiten

Abbildung 42

lauf des Lebendigen annehmen. Die allgemeine Erhöhung strahlender Aerosole durch Abgabe der Atomanlagen und durch die Atombombenversuche hat uns vor viele neue Fragen gestellt, die niemand auch nur annähernd richtig zu beurteilen vermag, auch wenn es einige anmaßende Wissenschaftler gibt, die glauben, schon fertige Lösungen bieten zu können. Dafür sind auch nicht nur einige Länder mit wissenschaftlichem Apparat zuständig, sondern hierbei geht es nicht ohne engste internationale Zusammenarbeit — ganz gleich, ob es sich um die unsinnigen Testexplosionen oder die Atommüllbeseitigung handelt.

Wir haben hier den Aufbau der Erdatmosphäre kurz geschildert, und es wurde auch schon angedeutet, daß die Schwebestoffe je nach ihrer Teilchengröße weit, ja häufig mehrmals um die Erde getrieben werden können, bevor sie auf den Boden kommen. Wie ist das möglich?

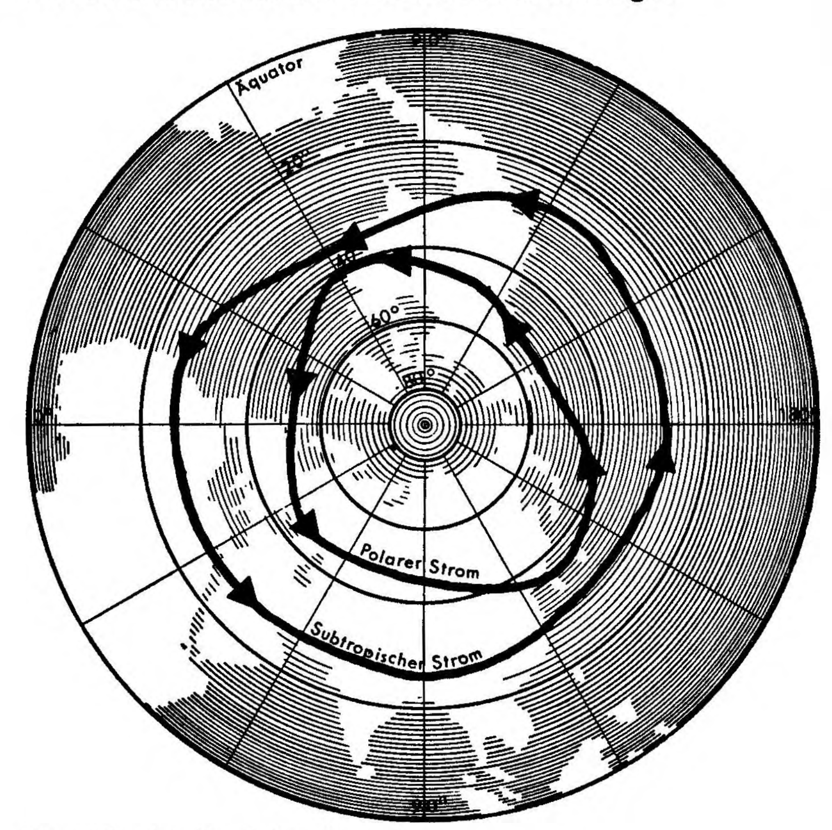
Die ersten sicheren Beobachtungen über den Transport feinst verteilten Staubes in der Atmosphäre wurden bei den großen Vulkaneruptionen gemacht. Am bekanntesten ist das Beispiel des Vulkans Krakatau an der Sunda-Straße, dessen Hauptausbruch am 27. August 1883 in den Morgenstunden stattfand. Dabei wurde die Troposphärenschicht durchstoßen und der Staub innerhalb der Stratosphäre bis auf zirka 30 Kilometer hochgeschleudert. Aus der beigefügten Übersichtskarte wird deutlich, mit welcher Geschwindigkeit die feinen Staubteilchen nach verschiedenen Seiten auseinandergeblasen und verstreut wurden, so daß sie schon einen Tag später über Japan und in westlicher Richtung über Westafrika festzustellen waren. In knapp 13 Tagen war in einem breiten Gürtel (geographisch Breitengrad 30 ° N und 45 ° S) des Tropengebietes ein ganzer Flug um die Erde vollendet.

Im Jahre 1950 sind Strömungskarten von dem Abzug der Rauchschwaden über großen Waldbrandgebieten in Westkanada gezeichnet worden, aus denen sich ergab, daß auf dem Umwege über die südöstliche Atlantikküste nach einer Reisezeit von nur vier Tagen praktisch in ganz Europa diese Brandrückstände nachgewiesen werden konnten.

Mit dem Beginn der Atombombenabwürfe hat die Frage der Verschleppung von nebelartigem, radioaktiven Staub über die ganze Erde eine besonders furchterregende Bedeutung erhalten, und es ist im Laufe der Jahre eine größere Zahl von Messungen durchgeführt worden, die ziemlich übereinstimmend ergeben haben, daß zwar die Reisezeiten der radioaktiven Wolken je nach dem Explosionsort schwanken können, sie aber im Vergleich zu der langdauernden Strahlungskraft des Staubes unerheblich sind, so daß heute tatsächlich alle Punkte der Erde gefährdet sind. *Sittkus* hat in Freiburg i. Br. für die russischen Explosionen eine Ankunftszeit der Schwaden innerhalb von 10 bis 20 Tagen, für das Versuchsgebiet in Nevada (USA) 20 bis 30 Tage und für die Teste bei den Marshall-Inseln 7 bis 14 Tage ermittelt. Die Japaner haben 7 bis 10 Tage für eine Rundreise des Staubes angegeben und betont, daß sich die über dem Äquator aufgestiegene Luft schon nach 20 Tagen mit der Polarluft mischen kann.

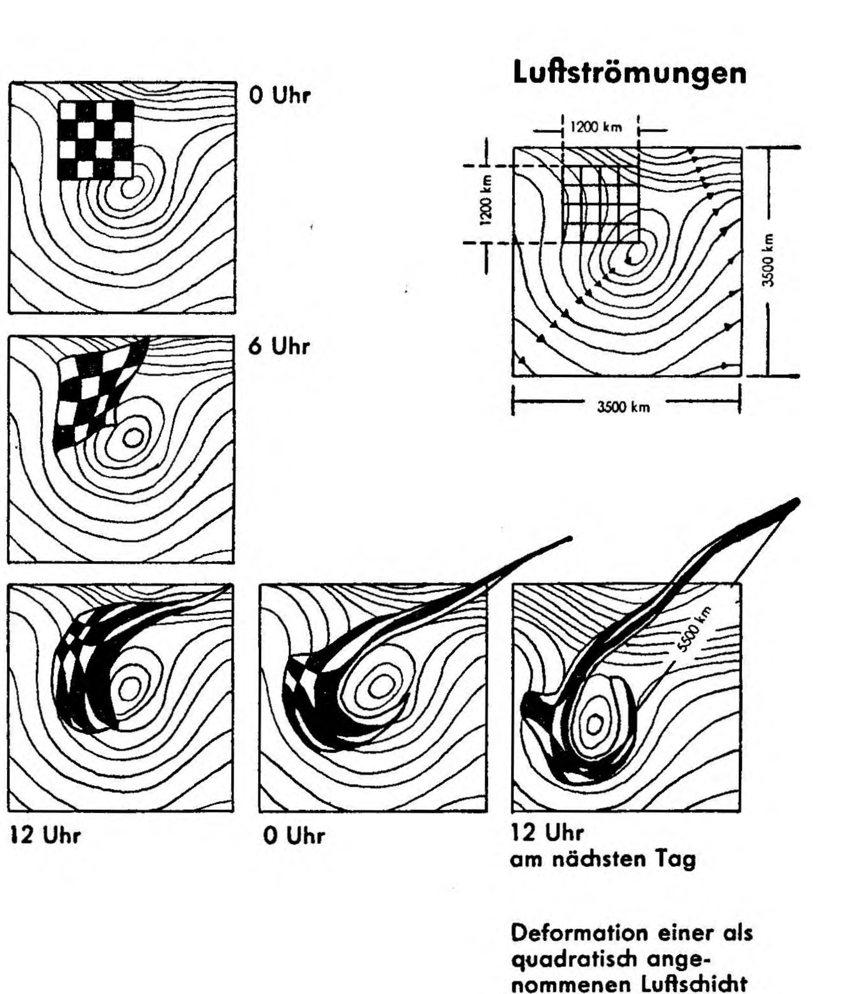
All diese Angaben, die sich erheblich ergänzen ließen, haben aber noch keine Klarheit über die wirklichen Strömungsverhältnisse der Winde besonders innerhalb der Stratosphäre erbracht. Soweit man es bisher übersehen kann, haben die Winde innerhalb der Stratosphäre vorwiegend eine »Rundum«-Richtung, das heißt, sie verlaufen mit erheblichen Geschwindigkeiten von 200 bis 400 Kilometer in der Stunde in verhältnismäßig eng umgrenzten Windröhren, den sogenannten »Strahlströmen« um die Erde. Da jedoch bei dem Hochschleu-

Die Strahlströme der nördlichen Halbkugel



Das Bild zeigt die mittlere Lage der Strahlströme der nördlichen Halbkugel im Januar. Diese engbegrenzten Bänder großer Windgeschwindigkeiten können einen radioaktiven Schwaden in 24 Stunden 6000 – 8000 km weit tragen.

Abbildung 43



Deformation einer als quadratisch angenommenen Luftschicht in 5 bis 6 km Höhe unter dem Einfluß eines Strömungsfeldes

Abbildung 44

dern des Staubes mehrere Schichten durchstoßen werden müssen, die unter Umständen gegensätzliche Richtung haben, kommt es zu vorher nicht berechenbaren Abscherungen und unerwartetem Abtreiben bestimmter Staub- oder Luftmassen.

Im großen und ganzen ist zu sagen, daß offenbar am meisten von dem radioaktiven Niederschlag (englisch: fall-out) diejenigen Breitengrade der Erde betroffen werden, innerhalb derer der Detonationsort liegt. Das bedeutet eine gewisse Anhäufung »in einem Gürtel rings um die Erde zwischen 25 ° und 60 ° nördlicher Breite. Die radioaktiven Sedimentationen (= Staubniederschläge) in diesem Bereich sind zwei- bis dreimal so hoch wie im Weltmittel«.

Die bisherigen Erfahrungen aus Berichten von Flugzeugmessungen und Forschungsballons haben gezeigt, wie außerordentlich schwierig die Berechnungen sind, weil beispielsweise die vom Menschen in die Stratosphäre eingebrachten Meßvorrichtungen selbst wiederum die natürlichen Gegebenheiten verändern und so zu falschen Schlußfolgerungen führen können.

Eine Tatsache läßt sich jedenfalls festhalten, und sie ist bisher die einzige wirkliche Gewißheit: In die Tropo- oder Stratosphäre eingebrachte, staubartige Schwebestoffe können je nach ihrer Teilchengröße an jeden Punkt der Erdoberfläche getragen werden, wobei die Ankunft auf der Erde ebenfalls von der Teilchengröße abhängig ist und das Absinken unter Umständen mehrere Jahre in Anspruch nehmen kann.

Es fragt sich nun, welche Allgemeinwirkungen ein Bombenabwurf in einem so kompliziert aufgebauten Gebilde, wie es die Atmosphäre darstellt, auslösen könnte. Es ist uns ja infolge der vielen wirksamen Faktoren (Feuchtigkeit, Tauproben, elektrische Verhältnisse, Druck, chemische Zusammensetzung, vertikale, horizontale Strömungen) bisher noch nicht einmal gelungen, eine einwandfreie Wettervorhersage zu erreichen. Einigkeit besteht wenigstens weitgehend in der Auffassung, daß die Erde und die sie umgebende Atmosphärenhülle als eine Funktionseinheit zu betrachten ist, in der mannigfache Austauschvorgänge ablaufen, die eine gegenseitige Abhängigkeit voneinander aufweisen. Das betrifft zum Beispiel den Wasserkreislauf. Wie schon früher erwähnt, sind die horizontalen und vertikalen Strömungen der Ozeane mit ihren teilweise erheblichen Temperaturunterschieden auch genauso wenig erforscht wie die Bedingungen der Atmosphäre. Herausgegriffen sei nur das Phänomen des heißen Golfstromes und der beobachtete Zusammenhang zwischen dem Wasserstand der großen afrikanischen Seen und dem Polartreibeis. Den Biologen verwundert

weniger diese Tatsache als vielmehr der Umstand, daß man solchen Feststellungen so wenig Bedeutung beimißt.

Die Vulkanausbrüche hatten damals durch die vielen feinen Staubpartikelchen in der Atmosphäre sehr auffällige, morgendliche und abendliche Glüheffekte durch die schräg auftreffenden Sonnenstrahlen ausgelöst. Unter günstigen Bedingungen wurde eine Art rötlichbraunen Kranzes um die Sonne gesehen. Man deutete das mit Recht als eine Brechungserscheinung an den hoch schwebenden Vulkanteilchen und nannte sie nach dem ersten Entdecker »Bishop-Ring«. Wie *Humphreys* beschreibt, ließ sich aus der Art der Brechung auch die Größe der Staubpartikel ziemlich genau berechnen, und man kam auf einen Durchschnittswert von 1,85 Mikron (1 μ = 1 Mikron = 1 Millionstel Zentimeter). Diese Staubmassen blieben lange Zeit in der Luft, und man konnte während der dem Ausbruch des Krakatau folgenden drei Jahre eine Abnahme der Sonneneinstrahlung von 15 Prozent feststellen. Ähnliche Werte ergaben sich später auch bei anderen Vulkanexplosionen (Katmai, Bogoslow).

Im indischen Weißbuch werden die beim Krakatau geschätzten 100 bis 200 Millionen Tonnen Lava- und Ascheauswurf den rund 50 Millionen Tonnen Erdboden gegenübergestellt, die bei einer einzigen H-Bombenexplosion (z. B. Eniwetok) verschieden hoch gerissen wurden. Und auf Seite 131 heißt es: »Die gesamte Menge Staub und Trümmerteilchen, die in den Feuerball eingesaugt wurde, dürfte wahrscheinlich in der Größenordnung von 10—100 Millionen Tonnen gelegen haben.« Man sieht also — besonders, wenn man die mehrfache Wiederholung der Experimente berücksichtigt, daß die Größenordnungen gar nicht so verschieden sind.

Israel vertritt die Ansicht, daß eine Filterwirkung bei den durch Atombombenexplosionen verursachten Staubentwicklungen nicht eintreten könne, da durch die Vulkanausbrüche »bis zu tausendmal größere Aschenmengen in die Atmosphäre geschleudert worden sind; erst diese Mengen haben, wie bekannt, zu einer leichten Beeinflussung des atmosphärischen Trübungszustandes geführt«.

Auch *Fedorow* schließt sich diesem ablehnenden Urteil an, er betont allerdings die Schwierigkeit, die Menge an festen Stoffen zu berechnen, die in die Atmosphäre geschleudert werden. Er selbst schwankt zwischen einer hundert- bis tausendfach geringeren Wirkung der H-Bombenexplosion. Der amerikanische Untersuchungsausschuß formuliert sehr vorsichtig: »Es ist möglich, daß eine größere Anzahl von Explosionen, die so geplant sind, daß sie eine maximale Staubmenge in die

obere Atmosphäre schleudern, die Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche verringern könnte.«

Leider liegt hierfür keine allgemein bekannte, zusammenfassende Stellungnahme russischer Wissenschaftler vor.

Zwar sind nun nicht alle Testexplosionen auf der Erde oder vom Wasser her ausgelöst worden und daher wird der Staubanfall bei jedem einzelnen Experiment sehr unterschiedlich sein. Dafür ist aber die Zahl inzwischen so gesteigert worden, daß sie gar keinen Vergleich mehr mit den gelegentlichen Naturereignissen vulkanischer Eruptionen gestattet.

Über einen großen Teil, man kann beinahe sagen: über alle Atomversuche mit der besonderen Experimentieranordnung sowohl in Sibirien als auch im Pazifik hat die Öffentlichkeit gar nichts erfahren, und man wird weiter damit hinter dem Berge halten.

Ähnliches gilt für die bisherige Erkenntnis im Hinblick auf die Störung der Großwetterlage durch die Atomwaffenerprobung. Richtig in Gang gebracht wurde die Diskussion durch eine Resolution der japanischen Meteorologischen Gesellschaft vom Mai 1954, die folgenden Wortlaut hatte:

»1. Radioaktive Teilchen, die durch die H-Bomben-Versuche in die Stratosphäre geschleudert werden, verbreiten sich in der Atmosphäre über die ganze Welt.

2. Da die Verseuchung der Atmosphäre über einen langen Zeitraum fortdauert, werden die Wetterverhältnisse ungünstig beeinflußt.

3. Vom meteorologischen Standpunkt aus sollten Atombombenversuche sowie Herstellung und Anwendung atomarer Waffen sofort verboten werden. Es sollten Schritte unternommen werden zur internationalen Kontrolle und friedlichen Verwertung der Atomenergie.

4. Die Ergebnisse aller Nachforschungen und Untersuchungen über die Verseuchung der Atmosphäre und andere Folgen der H-Bomben-Versuche sollten veröffentlicht werden.«

Man hat diese Erklärung an die »World Meteorological Organization« und mehrere Staaten weitergeleitet in der Hoffnung, daß eingehende Untersuchungen stattfinden würden. Die Reaktion auf diesen Vorstoß war denkbar gering, ja jeder, der es wagte, die immerhin sehr auffälligen Veränderungen des Wetters der letzten Jahre in irgendeine Beziehung zu den Atomwaffenexplosionen zu bringen, wurde mit ironischen Bemerkungen als völliger Wirrkopf und Phantast bezeichnet. Das erscheint um so merkwürdiger, als es den Spezialisten der Wetterforschung infolge der vielen unbekannten Faktoren in der Wetterbildung weder gelungen ist, einigermaßen zutreffende Vor-

aussagen über die Wettergestaltung zu machen, noch wirklich ursächliche Zusammenhänge für die ungewöhnlichen Abweichungen bekanntzugeben. Man argumentiert lediglich, daß solche Ereignisse auch früher einmal registriert worden seien und daß die bessere gegenseitige Nachrichtenübermittlung fälschlicherweise eine Häufigkeitssteigerung schwerer Stürme vortäusche.

Aber das Wettergeschehen ist schließlich nichts anderes als ein großräumiger biologischer Ablauf, und jede statistische Überwachung wird trotz Elektronengehirn und Vereinfachung auf bestimmte, auffällige Wetterfaktoren nur jeweils Momentaufnahmen geben können. Daraus Voraussagen für die nachfolgende Wettergestaltung abzuleiten, ist mehr als gewagt. Im »Buch der Wunder« steht eine nette kleine Geschichte über die Kombinationsmöglichkeiten bei gegebenen Faktoren. Danach stritten sich drei Skatspieler über die Frage, auf wie vielfache Weise bei der üblichen Verteilung von je zehn Karten auf einen Spieler und zwei Rücklagekarten (= insgesamt 32 Karten) unterschiedliche Spiele zustande kommen könnten. Die Schätzungen über die Möglichkeiten verschiedener Spiele lag bei den mathematischen Laien zwischen 10 000 und 100 000! Von einem Fachmann wurden sie belehrt, wie sehr sie danebengehauen hatten; denn die wahre Zahl beträgt 2 753 294 408 204 640 verschiedene Möglichkeiten, = — gelesen —: 2 753 Billionen

294 408 Millionen
204 Tausend
640

»Aber Sie werden gar nicht begreifen können, was diese Zahl bedeutet. Ich kann sie Ihnen vielleicht dadurch verständlicher machen, wenn ich Ihnen sage, daß sich die ganze Menschheit niedersetzen müßte, um Tag und Nacht unaufhörlich Skat zu spielen. Dabei müßte jedes Spiel in fünf Minuten erledigt sein. Unter diesen Umständen würden annähernd 53 Jahre erforderlich sein, um alle möglichen Kartenverteilungen durchzuspielen.«

Man wird bescheiden bleiben müssen und verstehen, daß Wetterprognosen niemals über gewisse Wahrscheinlichkeitsaussagen hinausgehen können, die ihre Grenzen durch die Vielfalt der Einwirkungen haben. Die Situation ist keineswegs anders als in anderen biologischen Bereichen, und die Fehlerquellen sind zahlreich, wie noch genauer bei der Besprechung der biologischen Statistik (s. Seite 289) gezeigt wird.

»Auch ›Wetterdienst‹-Präsident *Bell* bezweifelt deshalb, daß die mathematische Wettervoraussage jemals im physikalischen Sinne exakt

sein wird: »Schlagen Sie einen Nagel in ein senkrecht stehendes Brett und lassen Sie eine Kugel von oben haargenau auf den Nagel fallen. Alles, was dann geschieht, spielt sich genau nach physikalischen Gesetzen ab, und doch werden Sie nicht sagen können, wohin die Kugel fällt. Genauso wird man auch bei den Witterungsvorgängen immer mit einigen Ungewißheiten rechnen müssen.«

So scheint es, als werde auch im Zeitalter der Elektronenroboter die Lehrmeinung gelten, die der Meteorologie-Professor *August Schmauß* vor sechzehn Jahren vortrug: daß nämlich die Meteorologen bei der Aufstellung einer Wettervorhersage »der von den exakten Forschern verpönten Intuition nicht entraten können«.

Es schiene mir daher richtiger, nicht von vornherein jede Beeinflussungsmöglichkeit des Wetters abzulehnen, denn wir wissen ja aus der Beobachtung an Mensch und Tier als organischer Einheit, wie leicht von einem kleinen Zellkomplex mit umschriebener Eiterung (zum Beispiel Fingerpanaritium, Zahneiterung) unter bestimmten Umständen hohes Fieber und eine tödliche Sepsis hervorgerufen werden kann. Die Wissenschaft hat vielmehr die Aufgabe, vor unnötigen — und das sind die Testexplosionen — Belastungen der menschlichen Umwelt zu warnen und muß in laufender Kleinarbeit die Tatbestände aufzuklären versuchen. Der Wissenschaft wird gerne das Recht zugesprochen, zu zweifeln. Sie sollte hier besser daran zweifeln, daß diejenigen das Rechte tun, die unübersehbare Gefahren in der Atmosphäre schaffen, als diejenigen zu ironisieren, die sich Gedanken machen über die zunehmende Verseuchung! Beweisen läßt sich im Augenblick wenig, aber auf den naturwissenschaftlich exakten Beweis eines weltweiten Schadens zu warten, heißt zu warten, bis es zu spät ist. Wollen wir das wirklich tun?

Der Bericht der National Academy of Sciences über dieses Gebiet beginnt mit der zynischen Feststellung, daß nach der Beschuldigung von Schießpulver, Radio, Flugzeug und Fernsehen als Verursacher von Wetterstörungen nun auch die thermonuklearen Explosionen herhalten müßten. Man erwägt dann drei Möglichkeiten des Wirksamwerdens der radioaktiven Spaltprodukte, und zwar

1. den katalysatorischen Vorgang auf Wolkenbildung und Niederschläge. (Als Katalysator bezeichnet man einen Stoff, von dem die Anwesenheit geringer Spuren genügt, um einen unter Umständen sehr großen chemischen Umsatz in Gang zu bringen.)
2. Die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft und schließlich
3. die schon beschriebene Abschwächung der Sonneneinstrahlung.

Immerhin ist die Haltung vieler Wissenschaftler insoweit bemerkenswert, als man nicht mehr die Veränderung der Leitfähigkeit der Luft ablehnt und tatsächlich festgestellt hat, daß das Zusammenfließen kleiner Tröpfchen innerhalb der Wolken dann sehr viel schneller zustande kommen kann, wenn diese elektrisch geladen sind. Natürlich ist es schwer, hierfür exakte mengenmäßige Angaben zu bringen. Jedenfalls glaubt *Fedorow* guten Grund für die Annahme zu haben, »daß die erheblichen Störungen im Zustand der elektrischen Charakteristiken, von denen große Räume der Atmosphäre für längere Dauer (auf einige Wochen hinaus) in Mitleidenschaft gezogen werden, auf indirektem Wege (hauptsächlich über die Prozesse der Kondensation von Feuchtigkeit) zu Wetterveränderungen führen können«.

Wie stark aber die elektrische Raumladung in der Atmosphäre durch die Explosionen verschoben werden kann, haben die Japaner nachgewiesen, da eine ihrer Nachweismethoden für einen stattgefundenen Versuch auf solchen Messungen beruht. Unbeschadet irgendwelcher Gewittereinflüsse macht sich die charakteristische, schlagartige Verschiebung über Tausende von Kilometern viel früher bemerkbar als die Druckwelle.

Schon 1920 hatte das Forschungsschiff »Carnegie« auf seiner Weltfahrt in allen Erdteilen einen Spannungswert von 100 Volt zwischen negativer Erde und unteren Luftschichten ermittelt. *Koenigsfeld* teilt nun mit, daß nach dem letzten Kriege bis heute ein Abfall des mittleren Wertes um 15 Prozent stattgefunden hat. Das hat bei aller Vorsicht der Aussage den amerikanischen Gewitterforscher *Byers* veranlaßt, darauf hinzuweisen, daß anscheinend doch die Möglichkeit bestehe, daß der elektrische Haushalt der Atmosphäre aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann und sich dadurch das Großwettergeschehen auf der Erde »bald grundlegend ändern« könne. Dieser Rückgang des luftelektrischen Feldes um $^{1}/_{6}$ (nicht um das Sechsfache, wie vielfach entstellt wiedergegeben wurde) erklärt sich damit, daß die radioaktiven Staubteilchen ihre bis dahin nicht betroffenen »normalen« Nachbarschwebestoffe ionisieren und damit elektrisch leitfähig machen, wodurch das Spannungsgefälle zum Zusammenbruch gebracht werden kann. Es ist eine wissenschaftliche Streitfrage, bei welchem Wert eine solche Katastrophe eintreten könnte, und auch auf diesem Gebiet trennen sich die Auffassungen je nach Art der Einstellung des Berichterstatters. Ist er vorwiegend biologisch orientiert, dann bedeutet ihm eine Verschiebung um ein Sechstel schon einen erheblichen Betrag. Geht er von physikalischen Gesichtspunkten aus, dann hält er sich lediglich an die Meßwerte und versucht, zahlenmäßig den Beweis dafür anzu-

treten, daß bisher eine Beeinflussung des Wetters eigentlich undenkbar sei.

Man muß als Arzt bei solchen Beweisführungen unwillkürlich daran denken, daß es auch unter den Medizinern eine Richtung gibt, die das klinische Bild eines Patienten vernachlässigen und sich ganz auf die Laboratoriumsuntersuchungen verlassen. Es gibt aber beispielsweise Hunderte von Leberproben, und trotzdem sind sie in vielen Fällen nicht imstande, eine richtige Übersicht zu geben, solange noch ein Leberabschnitt die körpernotwendigen Funktionen aufrechterhält. Der Zusammenbruch kommt plötzlich und unaufhaltsam und vor allen Dingen überraschend.

Jedenfalls steht außer Zweifel, daß unsere Kenntnisse im Hinblick auf die Vielzahl der Faktoren, die das Wettergeschehen beeinflussen, beschämend gering sind. Früher war das Forschungsgebiet nicht aktuell genug, jetzt allerdings scheinen sich auch auf ihm militärische, das heißt gegenseitige Vernichtungsmöglichkeiten abzuzeichnen.

Eine Großmacht, die die internationale Wetterkontrolle ausübt, würde beispielsweise Regenfälle über gegnerischem Gebiet vermindern und somit Trockenheit und Mißernten hervorrufen können. Wetterkontrolle in kleinem Umfang, durch die Steuerung von Wolken, ist bereits zur Erzeugung von Regen und Vermeidung von Hagel zu verzeichnen. Die Verwendung des Wetters als Waffe wird nur durch eine globale Wetterkontrolle auf weite Sicht möglich. »So könnte beispielsweise ein Gas entwickelt werden, das den Kohlendioxydgehalt der Atmosphäre verringert oder steigert. Die Wetterwaffe könnte aus einer künstlich erzeugten ständigen Wolkenschicht bestehen, die die Wärmemenge der Sonnenenergie auf der Erde verringert.«

Es ist bekannt, daß die Sowjetunion schon seit längerer Zeit die Möglichkeit für eine Erwärmung Sibiriens studiert. Diese kann durch Verlagerung des warmen Japanstromes im nördlichen Pazifik erfolgen, würde aber grundlegende Temperaturänderungen im Nordpolgebiet zur Folge haben. Eine Nation, die die Temperaturen am Nordpol nur um einige Grade steigern oder senken könnte, würde es in ihrer Macht haben, große Teile Kanadas zu vereisen und permanentes Eis weit in die Vereinigten Staaten vorzutreiben. Sie könnte ferner durch Erwärmung genügend Massen des nördlichen Eismeeres schmelzen, um weite Gebiete aller Atlantikstaaten zu überfluten. Daher fordert eine amerikanische Regierungskommission in ihrem Bericht an den Präsidenten der Vereinigten Staaten, daß unverzüglich Mittel für eine stark erweiterte, wissenschaftliche Erforschung der globalen Wetterlage und ihrer Beeinflussungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden.

»Im Zusammenhang mit dieser Diskussion wird jetzt auch die Möglichkeit der Wetterbeeinflussung durch Atombombenexplosionen nicht mehr allgemein abgelehnt. Die amerikanische Akademie der Wissenschaften hatte noch 1955 festgestellt, daß eine klimatische Beeinflussung durch die Explosion von Kernbomben nicht beobachtet werden könnte. Jetzt erklärte der Direktor der physikalischen Forschungsabteilung, *Dr. Rossgun,* daß eine Niederschlagsverringerung durch Industrierauchverseuchung der Luft und durch Staubmassen, die von Kernbombenexplosionen hervorgerufen würden, nicht ausgeschlossen sei. Es wird ferner darauf hingewiesen, daß durch Industriebetriebe, Automobile und Heizungsanlagen eine Zunahme von Kohlendioxyd in der Atmosphäre stattfände, die zu einer zunehmenden Erwärmung des Erdklimas führe.«

Häufig werden irreführend die plötzlich bei einer H-Bomben-Explosion auftretenden Energiemengen mit denen verglichen, die durch das Gewittergeschehen und die Sonneneinstrahlung ständig vorhanden sind. Soweit bekannt, ist nirgends bisher die Energieproduktion von Gegnern der Atomwaffenversuche zur Beweisführung einer Wetterbeeinflussung herangezogen worden. Daher stoßen solche Argumente ins Leere. Immerhin sei darauf hingewiesen, wie doppelzüngig oft dabei die Diskussion geführt wird. So schreibt *Baur* in einem Beruhigungsartikel (1958!!):

»Es mag genügen, darauf hinzuweisen, daß die von der Sonne an einem einzigen Tage der Erde zugestrahlte Energie, welche die Wetter- und Großwettervorgänge erzeugt und erhält, das 150 Millionenfache der Energie einer Atombombe, wie sie in Hiroshima abgeworfen wurde, beträgt.« Er sagt jedoch nichts über die inzwischen allerorts bekannte Weiterentwicklung zu Wasserstoffbomben. Die Schätzungen über die dabei freiwerdende Energie gehen allerdings schon für die ersten Großversuche (1954) so stark auseinander, daß man sich fragen muß, inwieweit sie überhaupt praktisch verwertbar sind, zumal seit 1954/55 eine weitere Steigerung als sicher anzunehmen ist.

Israel rechnet jedenfalls mit einer hundertfachen Steigerung der Energie gegenüber der Hiroshima-Bombe, bei *Rajewski* ist es das Dreihundertfache, und im Bericht der indischen Wissenschaftler heißt es:

»Die bei der Explosion einer solchen nominellen Megatonnenbombe freiwerdende Energie ist tausendmal größer als bei der Explosion einer nominellen A-Bombe. Es handelt sich um eine ungeheuerliche Energiemenge. Sie ist ungefähr zwei Prozent der gesamten jährlich auf der Erde erzeugten elektrischen Energie. Vergleichsweise entspricht sie auch der durchschnittlichen Sonnenenergie über Indien während einer Zeit-

spanne von zwei Minuten. In der gleichen Größenordnung liegen auch die Energien, die in gewaltigen Naturerscheinungen wie in schweren Erdbeben und Wirbelstürmen ausgelöst werden.«

Stumpf, dem man wahrlich keine Freundschaft für die Atomgegner nachsagen konnte, sagte kurz vor seinem Tode:

»Möglicherweise genügt es gar nicht, den Verdacht zu äußern, H-Bomben verdürben das Wetter; vielleicht verderben sie noch viel mehr. Auf jeden Fall, das Wetter darf nunmehr mit ihnen in Zusammenhang gebracht werden, ohne daß der Wissenschaftler Soundso sich vor Lachen schütteln darf.

An der einstweiligen Ausweglosigkeit der Lage ändert sich natürlich auch durch wissenschaftliche Einsichten nichts. Wir haben nicht die Wahl zwischen H-Bomben-Versuchen und einer kosmischen Diät. Aber die nebenher vonstatten gehende Feststellung, daß die Funkelwiese der Atmosphäre mitnichten eine Kuhweide sei, auf der alles herumtrampeln darf, wie erheiterte Wissenschaftler uns glauben machen wollten, kommt dem Bedürfnis des sturmerprobten Zeitgenossen entgegen, sich so selten wie möglich für dumm verkaufen zu lassen.«

Die »großbiologische« Lage der Erde wurde trotz der Warnungen aller Fachwissenschaftler zum Zwecke militärischer Erprobungen mit sehr hoch gesetzten Atomexplosionen gestört. In dem elektromagnetischen Kraftfeld der Erde entstand zu den zwei vorhandenen Strahlungsgürteln (van Allen) durch die Bombenexplosionen unerwartet ein weiterer 600 km dicker und über 6000 km breiter Strahlengürtel. Bedenken wurden beiseite geschoben mit der Bemerkung, man hoffe zuversichtlich, daß durch das Experiment außer der vorübergehenden Unterbrechung der Nachrichtenübermittlung auf dem Funkwege keine weiteren Folgen auftreten würden.

Nur wenige Monate nach dieser beruhigenden Angabe, die sich allerdings auf keinerlei Beweismaterial — wo sollte es auch herkommen? — stützen konnte, muß man sich zu einem Eingeständnis bequemen: Die Verhältnisse ließen eine Lebensdauer des gefährlichen, künstlichen Strahlengürtels von wenigstens fünf, wahrscheinlich aber zehn und mehr Jahren erwarten.

Seitdem in zunehmendem Maße nach dem Moskauer Vertrag (Stopp der Atomteste) dazu übergegangen wird, unterirdische Erprobungen vorzunehmen, muß man sich zwangsläufig in der Öffentlichkeit auch mit möglicherweise dadurch hervorgerufenen Störungen beschäftigen. Die Vermutung liegt nahe, daß Atomexplosionen, die man unterirdisch oder teilweise unterirdisch vornimmt, bestimmte erregbare Erdbebenzentren ansprechen und auf sie auslösend wirken. Niemand weiß

genau, in welcher Tiefe die Druckveränderungen sich ebenfalls an der Oberflächenschale bemerkbar machen und in welcher Weise Verkoppelungen der an verschiedenen Orten der Erde auftretenden Beben bestehen *(Hiller)*. Jedenfalls ist schlecht vorstellbar, daß gewaltige Druckverschiebungen, wie sie schon durch eine 10-Kiloton-Bombe in 400—500 m Tiefe ausgelöst werden, ohne Wirkung bleiben sollten. Während eine Anfrage von dem deutschen Geophysiker Prof. *J. Jung* verneinend beantwortet wurde, gab Prof. *Toyo* vom japanischen geologischen Institut in Tokio eine deutliche Warnung: Das Auf- und Abgleiten der Erschütterungswellen dauere Monate, ehe sie abklingen und werde Jahre oder gar Jahrzehnte dauern, wenn immer neue Versuche hinzukämen. Bei Fortsetzung der unterirdischen Kernwaffenversuche würde die Gefahr des Entstehens ganz neuer Erdbebenherde, insbesondere in Küsten- und Meeresnähe, aber auch an Hochgebirgs- und Alpenrändern, gegeben sein. Der Wiederausbruch teils erloschener Vulkane sei nicht ausgeschlossen. In ähnlicher Weise, wenn auch nicht mit gleicher wissenschaftlicher Kompetenz hat sich der Schwede *Sven Svantesson* geäußert, der das Erdbeben in Alaska sogar voraussagen konnte.

Man sieht, der Vorgang wiederholt sich in geradezu stereotyper Weise: Am Anfang steht das technische Geschehen, dann treten einige Warner auf, die verlacht und verhöhnt werden. Dabei stützt man sich auf Äußerungen von Wissenschaftlern, die entweder als Interessenvertreter jede Benachteiligung ableugnen oder aus übergroßer Vorsicht sich so gewunden ausdrücken, daß man bestenfalls herauslesen kann, wie wenig wir wissen! Erst wenn plötzlich irgendwelche neue Vernichtungsmöglichkeiten auftauchen oder sich ein wirtschaftlicher Nutzen abzuzeichnen scheint, wird die Zweckforschung mobilisiert.

So wurde auch hier vorgegangen. Alles hat sich dann den »neuen Notwendigkeiten« unterzuordnen. Im Atomzeitalter hat man keine Hemmungen bei der Erprobung neuer Verfahren, die die gesamte Atmosphäre für eine einseitige Nutzung einbeziehen. Man setzt sich kaltlächelnd über Gesundheitsbedenken, biologische Unklarheiten, Verstöße gegen das Völkerrecht hinweg und verteilt Giftmischungen ohne Achtung der Grenzen über alle Erdteile an alle Menschen — ob sie einverstanden sind oder nicht!

Gelehrtenstreit und Menschenleid

Was uns Schwierigkeiten macht, ist nicht so sehr das, was wir nicht wissen, sondern das, was wir wissen, das aber nicht so ist.
Artemus Ward

Seit dem Ende des zweiten Weltkrieges rieselt nun unentwegt, wenn auch in wechselnder Stärke, ein feiner, unmerklicher Aschenregen strahlender Substanz auf die Erde nieder. Heute, und mit ziemlicher Sicherheit für ein weiteres Jahrzehnt, ist ihm der Korallenstaub aus der Vernichtung der kleinen Insel im Pazifik und genauso Staub aus sibirischer Erde und von Newada beigemischt.

Libby gibt für die Ausscheidung des feinen Staubes aus der Atmosphäre einen Zeitraum von zehn bis fünfzehn Jahren an. Bei der Erörterung der »Großionen« in der natürlichen Atmosphäre haben wir gelernt (S. 226), daß diese größenordnungsmäßig nur den Bruchteil eines Millimeters betragen, etwa um 10 μ (1 μ = 1 Mikron = millionstel Teil eines Zentimeters). Einen kleinen Überblick, in welcher Zeit die größten Partikelchen (zwischen 75 bis ca. 800 μ) der Atomwolke zur Erde zurückgelangen, gibt die nachstehend aus dem indischen Weißbuch (S. 124) wiedergegebene Tabelle:

Anteil eines aktiven Materials,
das von einer Atomwolke abgelagert wird

Zeitraum in Minuten	Durchschnittliche Größe der Staubpartikel in μ	Prozent des abgelagerten Anteils
0— 22	840	3,8
22— 42	840—250	12,6
42—117	250—150	14,5
117—480	150— 75	18,1

Für solche Stäubchen, deren Durchmesser um 10 μ und darunter liegt, kann man das Absinken durch Schwerkraft vernachlässigen, sie werden erst allmählich aus der Atmosphäre »ausgewaschen«.

Beinahe täglich ändern sich mit fortschreitender Zeit die Meldungen über die Schnelligkeit des »Auswaschens« aus der Atmosphäre. Es

scheint für einen großen Teil der Stoffe noch schneller vor sich zu gehen, als es die ungünstigsten Berechnungen annahmen. So hat der Atomenergieausschuß des US-Kongresses im August 1959 die amerikanische Regierung aufgefordert, ihre Bemühungen für die Abschätzung der Gefahren aus Kernwaffenversuchen zu verstärken. Während die Wissenschaftler vor zwei Jahren noch in dem Glauben waren, daß man fünf bis zehn Jahre für das Herabsinken annehmen könne, verkürzt sich die Zeit nunmehr auf ein bis fünf Jahre. Bei der Beobachtung von Kernexplosionen in der Sowjetunion habe man sogar teilweise in nördlichen Breitengraden noch geringere Fristen gefunden.

Durch diese Feststellung ändert sich nichts an dem Gelehrtenstreit, der auf den folgenden Seiten nur die allgemeine Unsicherheit der Berechnungen überhaupt offenbaren soll. Auch bei der Beurteilung der Schädigungsmöglichkeit ist man mit den Jahren schon »schlauer« geworden, das heißt, man kann die optimistischen Erstangaben nicht mehr mit gutem Gewissen vertreten.

Nichts hat wohl mehr zu dem allen Menschen heute geläufigen Begriff der »Atompsychose« oder der »Atomhysterie« beigetragen als der Streit um die Absiedelung dieser langlebigen, radioaktiven Teilchen. Langlebig deshalb, weil sie Substanzen in sich bergen, die eine sehr lange Strahlungsdauer beibehalten und daher ihre Aktivität nicht verlieren, selbst wenn sie erst nach Jahren oder Jahrzehnten den Erdboden erreichen. Nur so ist auch die Besorgnis der verantwortungsvollen Biologen und Physiker zu verstehen, die ihren Blick weit voraus richten und sich nicht irremachen lassen durch die auch in der Wiederholung nicht besser werdende Besänftigungsmelodie: Seht doch her, es ist ja noch gar nichts geschehen! — Nur eine grobe Unkenntnis der Materie und ein verwerfliches, wirtschaftliches oder militärisches Gebundensein an bestimmte Aufträge können solche leichtsinnigen Aussagen zustande bringen.

Auf den Laien prasseln die widerspruchsvollsten Meldungen in Zeitungen, Illustrierten und Bildungsjournalen herab. Er wird verwirrt, zumal sich überall immer wieder politische und parteipolitische Einflüsse zeigen, die es ihm fast unmöglich machen, dahinter noch einen Zipfel der Wahrheit zu erfassen. Das erschütterndste Kennzeichen dieser Verwirrung ist die Tatsache, daß ein Erfahrener aus der Art, *wie* über eine biologische Bedrohung nach Überschrift und Inhalt in einer Zeitung berichtet wird, ohne vorherige Kenntnis des Blattes sagen kann, welcher politischen Richtung dieses angehört. So steht es sich nun gegenüber:

»Demnächst Millionen atomkrank« —
»Radioaktive Gefahren werden überschätzt«.
»Radioaktive Strahlen — die Gefahr unserer Zeit« —
»Unbegründete Angst«.
»Nur noch radioaktiver Regen« —
«Strahlung des radioaktiven Niederschlags unbedeutend«.
»Die biologische Gefährlichkeit der Atomwaffenversuche« —
»Die Bevölkerung bisher nicht gefährdet«.
»Atomexperimente verseuchen Lebensmittel« —
»Milch als Strahlenschutz«.
»Sind wir schon radioaktiv verseucht?« —
»Gefahr in zwanzig Jahren?«
»Lebenserwartung verringert?«
»Versuche können um das Zehnfache erhöht werden«.
»Toleranzgrenze der Milch für Kleinkinder überschritten« —
»Unsere Trinkmilch ist einwandfrei«.

Gegenwärtig sieht sich die Öffentlichkeit gezwungen, sich in allem, was Radioaktivität betrifft, auf die eher fragmentarischen Angaben und mehr oder weniger tendenzgefärbten Auslegungen zu verlassen. In gewissen Fällen wird aber verzichtet, die Öffentlichkeit auf die Strahlungsgefahr aufmerksam zu machen und sie in Unruhe zu versetzen angesichts der auf nationaler und internationaler Ebene herrschenden Wirren.

Wir haben die Wege des Staubes verfolgt, die er auf seinem Wege um die Erde nehmen kann, und wir wissen, daß die hauptsächlichste radioaktive Verseuchung zwischen dem 10. und 60. Breitengrad (oder im engeren Sinne 25—60 °) nördlicher Breite liegt, weil auf diesem Streifen die größte Zahl der Versuchsexplosionen stattfand. Außerdem begünstigen die meteorologischen Bedingungen (»Strahlströme«) eine solche Verbreitung. Für viele Menschen bleibt es trotzdem unvorstellbar, daß diese kleinen Stäubchen überall hinkommen sollen und daß sie tatsächlich in doch offenbar so ganz geringen Mengen schädliche, ja tödliche und sogar auf die Nachkommenschaft wirksame Eigenschaften entwickeln sollen. Lord *Kelvin* hat einmal versucht, seinen Zuhörern die Kleinheit der Atome klarzumachen, und dazu ein Beispiel erzählt, das wir auch für unseren Zweck gebrauchen können:

»Nehmen wir einmal an, daß man alle in einem Glas Wasser enthaltenen Moleküle (= Atomgruppen) mit einem Kennzeichen versehen könnte. Dann leere man das Glas in den Ozean aus und rühre diesen um und um, bis die gezeichneten Moleküle gleichmäßig auf alle

sieben Weltmeere verteilt sind. Wenn man dann irgendwo aus einem der Meere ein Glas Wasser schöpft, dann würde man darin immer noch ungefähr hundert gekennzeichnete Moleküle finden.«

Das gibt eine gute Vorstellung von den Durchmischungsmöglichkeiten selbst allerkleinster Mengen, und so wird vielleicht auch in etwa verständlich, daß zum Beispiel von dem berüchtigten Strontium 90 ein einziger Eßlöffel zur Vergiftung aller Menschen auf der Erde ausreichen würde, wenn es gelänge, ihn auf die gesamte Erdbevölkerung gleichmäßig zu verteilen. Die jetzige Art der Ausstreuung durch Bombenexplosionen ist jedenfalls geeignet, eine weite Verbreitung zu sichern.

Nach den bisher bekanntgewordenen Meßergebnissen muß angenommen werden, daß nur ein verschwindend kleiner Teil der beim Bombenabwurf gebildeten mittel- und langlebigen Spaltprodukte in der Nähe der Abwurfstelle abgesetzt wird, über 99 Prozent dieser Substanzen dagegen kommen erst allmählich herunter. Aus der auf Seite 102 wiedergegebenen Tabelle ist deutlich erkennbar, daß wesentlich *mehr* langlebige Strahler freigesetzt werden, als aus den bisherigen unsystematischen und unvollkommenen Untersuchungen hervorging, und daß es sich dabei um die sogenannten Betastrahler (β) handelt, wobei die Gammastrahlung (γ) weit weniger ins Gewicht fällt. (Verhältnis etwa 2:1.) Wir haben es also hauptsächlich mit Strahlern zu tun, die auf größere Entfernungen praktisch nicht wirksam sind. Man sollte daher in Anlehnung an die Ausdrucksweise auf anderen Gebieten von »Kontaktstrahlern“ sprechen. Sie gelangen, wie schon auf Bild 29 dargestellt, durch Einatmung und mit der Aufnahme von flüssiger und fester Nahrung in den Körper. Die Haut spielt als Aufnahmeorgan für die feinen, langlebigen Schwebstoffe im allgemeinen kaum eine Rolle, allerdings kam zum Beispiel bei dem Unglücksfall der japanischen Fischer auch diese Belastung durch große Staubteile noch hinzu. Anders dürfte das bei Fluß- und Seetieren sein, bei denen der gelöste Staub und die anderweitig ins Wasser gelangte Radioaktivität durch die Haut hindurchtreten kann.

Man hat sich bisher hauptsächlich mit der Untersuchung des *Radiostrontium*, des *Radiocaesium*, des *Radiojod*, des *Plutonium* und des *Tritium* befaßt. Um überhaupt Anhaltspunkte für die Gesamtverseuchung von Luft, Wasser und Boden zu haben, wurden verschiedene Meßverfahren entwickelt. Man kann einmal den bodennahen Staub aus der Atmosphäre durch Filter ansaugen und konzentrieren, zum anderen kann man direkt die aufgefangenen Niederschläge (Regen, Hagel, Schnee, Tau usw.) und den abgesetzten Staub kontrollieren.

Von Wichtigkeit sind dann Untersuchungen des Fluß- und Seewassers, der Quellen und des Grundwassers. Bodenproben zur Feststellung der Eindringtiefe und nesterförmige Anreicherung gehören ebenso dazu wie eine genaue Übersicht der Aufnahmeverhältnisse bei der Tier- und Pflanzenwelt.

Gegenüber der natürlichen Erdaktivität läßt sich die Bombenaktivität durch die Beobachtung des fortschreitenden Zerfalls sowie durch die Art und Energie der Strahlung unterscheiden. Besonders wesentlich ist die Tatsache, daß die natürliche Aktivität der Luft bereits drei Tage nach dem Einsammeln des Staubes abgeklungen ist, während es bei der künstlich erzeugten Jahre, Jahrzehnte und noch länger dauert. Außerdem besteht die Erdaktivität vornehmlich aus Alphastrahlung (α). Es ist daher irreführend, wenn der Öffentlichkeit zum Beispiel mitgeteilt wird, daß kein Grund zur Besorgnis vorläge, weil etwa die im Niederschlag gemessene Dosis nicht höher sei als in bestimmten Heilwässern und natürlichen radioaktiven Substanzen. Ebenso wird der Leser jetzt aus dem, was schon über die biologischen Zusammenhänge gesagt wurde, verstehen, daß ein falsches Bild ensteht, wenn einzelne Zeitungen die Messungen der Luftaktivität veröffentlichen. Man kann zwar an solchen Kurven das zeitweilig übernormale Ansteigen der atmosphärischen Radioaktivität bei Bombenabwürfen ablesen, gewinnt jedoch keine Vorstellung davon, wie groß die Menge strahlender Substanz ist, die in den Menschen gelangt.

Die Hauptgefährdung für Menschen und Tier ist aber die Aufnahme der gespeicherten und konzentrierten Radioaktivität. Es hätten daher nur Veröffentlichungen einen Wert, die auch solche Meßergebnisse berücksichtigen. Leider fehlen dafür viele Unterlagen, denn wir begegnen in unserer biologischen Umwelt womöglich noch komplizierteren Verhältnissen, als wir sie bei der Besprechung der Radioisotope für den menschlichen Körper beschrieben haben.

Die Menge der Ablagerungen ist abhängig von Größe und Zahl der Atomversuche. Schon dabei ist man weitgehend auf Schätzungen angewiesen. Unsere früher auf Grund verschiedener, internationaler Veröffentlichungen zusammengetragenen Zahlenangaben über die Energieabgabe bei den Kernwaffendetonationen haben eine fast vollkommene Bestätigung durch die hier im April 1964 bekanntgewordene Mitteilung aus dem U.S. Weather Bureau erfahren. Danach sind bis zum 25. 12. 1962 — dem vorläufigen Abschluß der Atomversuche in der Atmosphäre — 193 Megatonnen Kernenergie freigesetzt worden. Da eine Megatonne rund 100 000 Curie (= 1 Megacurie) Strontium 90 in die Luft entläßt, mußten nach dieser Rechnung insgesamt minde-

stens 19,3 Megacurie Strontium 90 frei geworden sein. Es sei bemerkt, daß L. Pauling mit dem doppelten Betrag rechnet. Die Zahlen für die anderen Spaltstoffe werden offiziell angegeben mit 1600 Megacurie Strontium 89, 11 000 Megacurie Jod 131 und 11,5 Megacurie Caesium 137.

Es ist wichtig in diesem Zusammenhang nochmals auf die Angaben und die Tabellen Seite 101/102 hinzuweisen, damit ganz deutlich wird, daß mit diesen Berechnungen nur ein Teil der ausgeschütteten Spaltprodukte erfaßt ist. Andere haben mehr und mehr an Bedeutung gewonnen, wie der früher vernachlässigte Kohlenstoff 14, weitere sind überraschend zahlreich in den radioaktiven Partikeln (»Heiße Teilchen«) gefunden worden.

Bei fast allen Meßverfahren ist die Mehrdeutigkeit mit abweichenden Schlußfolgerungen auffällig, und allein daraus ergibt sich schon ein Teil des gegenseitigen Aneinandervorbeiredens von Biologen und Physikern, wenn es zum Beispiel um die Betrachtung der bereits vorhandenen allgemeinen Verseuchung durch den strahlenden Staub geht. Man kann zwar bis zu einem gewissen Genauigkeitsgrad schätzen, wieviel von dem Niederschlag pro Quadratmeile abgelagert wird, obwohl auch dabei so stark abweichende Feststellungen getroffen werden, daß die ganze Methodik fragwürdig erscheint.

Um so beunruhigender ist es, daß bei einer so unklaren Allgemeinsituation alle Einwände besonnener Wissenschaftler bisher in den Wind geschlagen wurden. Man kommt nämlich heute schon unter Außerachtlassung aller biologischen Unkenntnisse selbst über den physikalischen Berechnungsweg zu Ergebnissen, die den amerikanischen Biologen und Erbforscher *Glass* äußern ließen, »daß die Höchstmenge radioaktiver Strahlung, welche der menschliche Körper, ohne Schaden zu erleiden, aufnehmen kann, möglicherweise noch unter der gegenwärtig vorhandenen Strahlungsintensität in der Welt liegen könne«.

Wir haben daher in der neuen Bearbeitung dieses Buches die zwar mühsamen, aber trotzdem ungenauen Ermittlungen weggelassen und dafür einige neue überraschende und unangenehme Tatsachen eingefügt. Nach den Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP) dürfen im Körper einer strahlenexponierten, erwachsenen Person, der 1050 Gramm Calcium enthält bis zu 2 Millionen Picocurie Strontium 90 angereichert werden, d. h. etwa 2000 Picocurie pro Gramm Calcium. Für die Allgemeinbevölkerung rechnet man 1/30 dieser Menge, also 200 pc/g. Unter Zugrundelegung dieser Normen wird nun die jährlich »zulässige« Menge ermittelt. Es gehört zu den wichtigsten negativen Ergebnissen der offiziellen Mes-

sungen, daß sogar in der Bundesrepublik der Anstieg so hoch war, daß in der letzten Zeit 30 Prozent dieser »erlaubten« Jahreszufuhr erreicht wurde.

Unsere Kenntnisse über Caesium 137 sind erst in letzter Zeit verbessert worden. Es wird praktisch auch mit allen Nahrungsmitteln aufgenommen. Infolge der Gammastrahlung seines Folgeproduktes Barium 127 kann es auch am menschlichen Körper mit den jetzt in der Bundesrepublik aufgestellten Ganzkörperzählern erfaßt werden. In der Allgemeinbevölkerung gilt als Richtwert, daß nicht mehr als 300 000 Picocurie bei 70 kg Körpergewicht überschritten werden sollen.

W. O. Pruitt, der als Zoologe an der Universität Alaska wirkte, mußte seine Stellung aufgeben, weil er deutlich erklärte, daß er die Strahlenbelastung der Eskimos nicht mehr für verantwortbar hielt. Die nordamerikanischen Rentiere haben genau so wie die von den Lappländern gehaltenen Herden die Angewohnheit, sich von den wurzellosen Flechten zu ernähren. Diese saugen besonders viel Aufbaustoffe aus der Atmosphäre auf. Die darin vorhandene Caesiumaktivität geht vornehmlich in das Muskelfleisch der Tiere, das wiederum Hauptnahrungsmittelbestandteil der Eskimos in Alaska und der Lappländer ist. Das Ergebnis: 10—40 mal höhere Caesium-Konzentrationen in diesen Bevölkerungsgruppen von Alaska und Schweden gegenüber der sonstigen Gesamtverseuchung.

Radiojod 131 sendet sowohl Beta- wie Gammastrahlen aus und ist in den Schilddrüsen von Rindern, Schafen und auch beim Menschen neuerdings anzutreffen. Bei dem Weidevieh ergaben sich allein aus dem Bombenstaub im Schilddrüsengewebe Strahlenbelastungen bis zu mehreren R pro Jahr, während beim Menschen in unseren Breiten nur ein Bruchteil davon vorhanden war. Systematische, zusammenhängende Untersuchungen unter verschiedenen Lebensbedingungen stehen aber noch aus.

Aus den »Hearings« ist zu entnehmen, daß in England bis Ende 1955 sich vom *Plutonium* insgesamt 0,08 Millicurie auf den Quadratkilometer abgesetzt hatte. Jetzt erwartet man jährlich eine Zunahme von 0,1 Millicurie. Kein Mensch kann sich eine vernünftige Vorstellung davon machen, was das nun eigentlich biologisch bedeutet. Wir erinnern uns der Angaben, die anläßlich der Verseuchungsmöglichkeiten beim Absturz eines Atombombers mit ungeschärfter Bombe gemacht wurden. Dieses außerordentlich gefährliche Plutoniumgift kommt in der Natur nur in der Beimischung zum Uran in 1:100 Millionen vor! Was mögen wir vertragen?

Genauso unwissend sind wir hinsichtlich des *Tritium*, von dem berichtet wird, daß bei Beobachtung einer Bombenserie der Gehalt des Wassers an Tritium auf der nördlichen Halbkugel um das Zehnfache gestiegen ist.

Über die anderen radioaktiven Stoffe sind zum Teil nur Anhaltswerte vorhanden, ganz zu schweigen von einer Vorstellung über biologische Kreisläufe. Dagegen hat sich ein erheblicher Streit um Menge und Bedeutung des Anstiegs von *Radiokohlenstoff* erhoben.

Ich habe früher schon betont, daß im Laufe der Jahrtausende der natürlich vorhandene, radioaktive Kohlenstoff mit Zu- und Abgang einen Ausgleich gefunden hat. Jetzt liegen sehr unterschiedliche Meßergebnisse über den Anstieg vor. Von Neuseeland kommt die Meldung, daß der zusätzliche ^{14}C-Gehalt der Atmosphäre seit Anfang 1955 auf das Doppelte gestiegen ist und der Gehalt in der Vegetation im gleichen Maße zugenommen hat. Im Dezember 1957 hatte die Anreicherung ein Zehnfaches der im November 1954 registrierten Menge erreicht. Bei den »Hearings« heißt es, daß die seitherigen Bombenteste der Menge des natürlichen ^{14}C zusätzlich etwa 0,07 Prozent zugefügt hätten. Dagegen steht eine neuere Berechnung, die allein den jährlichen Zuwachs auf drei Prozent schätzt. Für jeden, der biologisch und nicht nur physikalisch zu denken gewohnt ist, dürfte klar sein, daß eine solche Zunahme bei der Wichtigkeit und ausgedehnten Beteiligung des Kohlenstoffs an allen Stoffwechselvorgängen einschneidende Veränderungen oder Störungen hervorrufen kann. *Pauling* hat daher in mehreren Artikeln seinen Standpunkt hartnäckig verteidigt, daß der radioaktive Kohlenstoff instande sei, noch größeren Schaden anzurichten als das Strontium. Nach den von *Libby* 1956 angegebenen Meßzahlen kommt er nämlich auf eine bisherige Gesamtzunahme von 10 Prozent des natürlichen Gehaltes. Im einzelnen sagt er dazu:

»Für Kohlenstoff 14 habe ich folgende Rechnung gemacht: Seit 1954 haben wir mehr Kohlenstoff 14 in der Luft als früher. Kohlenstoff 14 wird in der hohen Atmosphäre erzeugt durch Zusammenstoß von Neutronen aus der kosmischen Strahlung mit Kernen von Stickstoffatomen, die sich dann in Kohlenstoff 14 umwandeln. Man findet unter 10 bis 12 Kohlenstoffatomen der Atmosphäre ein Atom Kohlenstoff 14. Der Kohlenstoff 14 gelangt in den menschlichen Körper, die radioaktiven Atome bestrahlen die Körpermoleküle und rufen Mutationen hervor. Sie wissen, daß Kohlenstoff 14 eine mittlere Lebensdauer von 8000 Jahren besitzt. In dem Fall, daß die Welt nicht vernichtet wird und das Menschengeschlecht weiterlebt, werden 1 250 000 geschädigte Kinder als Resultat unserer bisherigen Bombenexplosionen zur Welt kommen.«

Insbesondere scheint die Gefahr genetischer Schäden beim Kohlenstoff erheblich größer zu sein als bei den anderen langlebigen Substanzen.

So hat sich der im Jahre 1963 erörterte UNO-Bericht zur Strahlungsgefahr auch damit befaßt und festgestellt, daß unter den Abfallprodukten der Kernexplosionen die Auswirkungen des Kohlenstoff 14 für die künftigen Generationen gefährlicher seien als jene des Strontium 90.

In der Zeitschrift »Die Naturwissenschaftler« äußert sich 1956 *Harrassowitz* über die Möglichkeit, daß durch die im Rauchpilz der Atombomben entstehende Salpetersäure die Säurestufe des ohnehin sauer reagierenden Niederschlagswassers für die Vegetation ungünstig erhöht wird. Unsere Kulturpflanzen sind nur auf eine mäßige Säure- oder sogar auf eine alkalische Reaktion der Böden eingestellt. Bei starker Bodenversauerung wirken sich die H-Ionen auf das Wachstum fast aller höheren Pflanzen ungünstig aus. Würden uns daher Atombombenexplosionen auch noch Salpetersäuren bringen, so müßten diese verheerend wirken.

Der Physiker Charles-Noel *Martin* hat darüber ausgiebige Berechnungen angestellt und die auch hier einsetzenden Bagatellisierungsversuche zurückgewiesen. Er hält sich dabei an die Mitteilungen von *Debierne*, der die Gefahr als erster erkannt hat und nachweisen konnte, daß eine Bombe von 20 Megatonnen 500 000 Tonnen Stickoxyd bilden kann. Dieses Stickoxyd wird in Verbindung mit Sauerstoff und Wasserdampf schließlich zur Salpetersäure. Sie beeinflußt je nach dem Verdünnungsgrad innerhalb von Regengüssen den Säuregrad des normalen Wassers, wodurch sein biologischer Wert stark verändert werden kann. Wir begegnen hier wieder der früher schon betonten Wichtigkeit des ungeschädigten, harmonischen Einbaues von »Spurenelementen« in lebenden Organismen, das heißt unendlich fein verteilten Spuren lebenswichtiger Stoffe.

Durch saure Explosionsregen ist außerdem eine Störung des Gewässernetzes und seiner Lebewesen zu befürchten. Schon heute können die Forellen in bestimmten sauren Quellbächen unserer Mittelgebirge nicht bis in Quellnähe aufsteigen, weil hier durch die natürlichen Niederschläge (ohne Atombomben-Einwirkung) eine zu hohe Säurestufe verursacht wird. Um so stärker würde eine Salpetersäurezufuhr nach Atombombenexplosionen wirken und insbesondere das Gebiet quellnaher Verödung weiter bachabwärts verlagern.

Bereits bei einem Lösungsverhältnis von Salpetersäure : Wasser wie 1 : 1 Milliarde vermag man eine Steigerung bei der Umwandlung von

Sonnenenergie im Blattgrün festzustellen und bei der Mischung von 1 : 100 000 treten schwere Schädigungen im Chemiehaushalt der Blätter auf. In den Boden gelangt, können unlösliche »Nitrate« entstehen, denen die Pflanze nicht beikommen kann — sie muß verhungern. Schließlich werden zusätzlich bestimmte Bodenbakterien durch zuviel Salpetersäure abgetötet.

Wenig war bisher darüber bekannt, in welcher Weise sich die Neutronenstrahlung in der biologischen Umwelt des Menschen auswirken könnte. Schon vor einiger Zeit fand man radioaktive Isotope, die nicht aus der Kernspaltung von Uran oder Plutonium entstanden sein konnten, sondern Produkte der Umwandlung sein mußten. Man kam zu dem Schluß, daß es durch Neutronenstrahlung hervorgerufene radioaktive Spurenelemente seien, die sich in den Organismen stark ansammeln. Es sind u. a. Mangan (54 Mn), Kobalt (60 Co, 58 Co, 57 Co). Zink (65 Zn) und Eisen (55 Fe, 59 Fe). Erneut ein Beweis, welch ungeklärte, aber gefährliche Anreicherungen fast unbemerkt in unserer Biosphäre vor sich gehen.

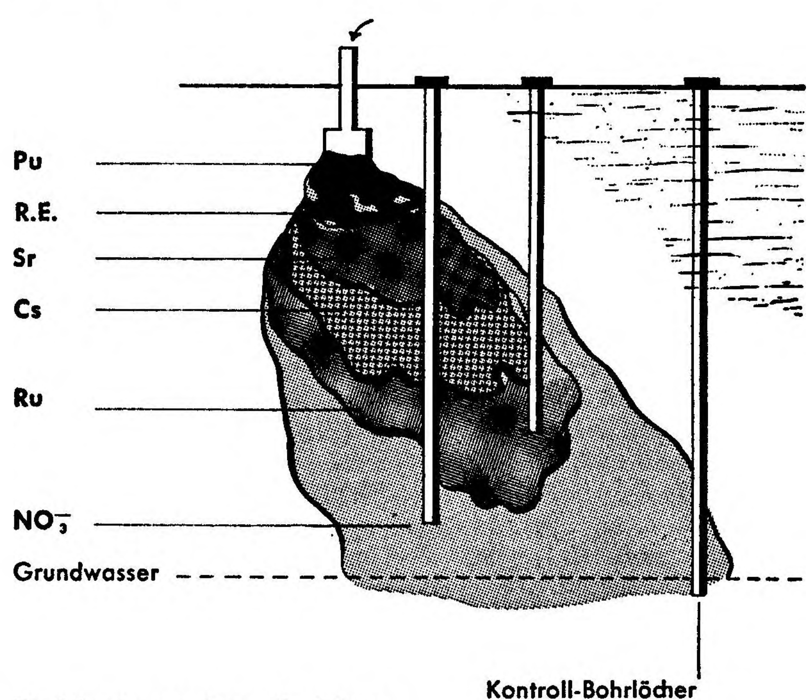
Niemand hört gern solche grausigen Voraussagen, aber all diese trockenen Zahlen physikalischer Vorarbeit gewinnen erst unheimliche Bedeutung, wenn man sie in Beziehung zur menschlichen Umwelt bringt. Der auf den Boden niedergeschlagene strahlende Staub bleibt ja dort nicht liegen, sondern beginnt einzudringen. Sein Schicksal ist von sehr vielen, zum Teil noch völlig unübersehbaren Faktoren abhängig. Ist der radioaktive Staub wasserlöslich, dann kann er von den Blättern der Pflanzen leicht aufgenommen werden, er wird beim Niedergehen in Flüssen und Seen auch durch die Haut der Fische nach innen gelangen können. Trifft er auf Sand- oder Kieselböden, dann besteht eine größere Tiefendurchlässigkeit, dagegen kann er im Lehm- oder Tonboden aufgefangen werden — es gibt sogar ganz bestimmte Sorten, die Radiostrontium und Radiocäsium unauswaschbar fest binden. Abbildung 45 ist abgeändert nach einer Zeichnung, die für die Hanford-Anlagen angefertigt wurde bei dem Versuch, die radioaktiven Abfälle durch Versickerung im Untergrund zu beseitigen. Sie zeigt sehr deutlich, daß die verschiedenen Stoffe wandern, und zwar um so weiter, je schneller der Boden »ermüdet« ist. Diese Ermüdung ist ein Ausdruck des Nachlassens der Filterwirkung, wenn seine Aufnahmefähigkeit erschöpft ist. Die Geologen werden noch ein tüchtiges Stück Arbeit leisten müssen, ehe sie aus der Bodenstruktur genau angeben können, wieviel man dem Boden an dieser oder jener Radioaktivität zumuten kann. Die Frage bleibt offen, ob sie nicht infolge der großen Unter-

suchungsschwierigkeiten zu spät kommen, wenn die bisherige Vorrangstellung technischer Entwicklungsmöglichkeiten beibehalten wird.

Am Beispiel des Strontium 90 sei nachgewiesen, wie mühsam, und bei alledem noch umstritten und fehlerreich, Teilkenntnisse von größeren Stoffwechselumsetzungen zu erwerben sind.

Der Mensch braucht für den Aufbau seiner Knochen, ebenso wie die meisten Tiere, Kalk (Calcium). Er entnimmt ihn der Nahrung, im ersten Lebensjahr fast ausschließlich und später zusätzlich aus der Milch. In der freien Natur kommt Strontium 90 in so verschwindend geringen Mengen vor, daß der Organismus keine Sicherheitsvorkeh-

Untergrundversickerung von Reaktorabfall



Die Wanderung der radioaktiven Stoffe betrug in der Basaltlava bei Hanford ca. 7 m monatlich. Auf dem Bild ist die verschiedene Wanderungsschnelligkeit erkennbar.

Abbildung 4

rungen gegen diesen Stoff in sich trägt. Diese »Blindheit« des Organismus gegen ein so hinterhältiges Gift ist deshalb sehr bedeutungsvoll, weil nun in die Knochen statt Calcium auch Strontium 90 eingebaut wird. Wir kennen solche Vorgänge aus der Bakterienbekämpfung. Dabei wird das fehlende Unterscheidungsvermögen bestimmter Bakterienarten gegenüber den für sie giftigen Sulfonamiden zu ihrer Vernichtung benutzt. Es muß uns daher dringend interessieren, wieviel von dem abgelagerten Staub mit seinem Anteil an Strontium 90 schließlich beim Menschen ankommt. Dabei dürfen die Zwischenträger Pflanze—Tier nicht übersehen werden; denn je nach Standort und Lebensweise wird auch ihr Gehalt an radioaktiver Substanz wechseln. Die menschliche Ernährung mit ihren sehr unterschiedlichen klimatischen Bezogenheiten ist sehr mitentscheidend für die Aufnahme von strahlenden Stoffen.

Beginnen wir mit dem Kalkgehalt des Bodens, der für die mögliche Anreicherung im menschlichen Skelettsystem einen Maßstab darstellt. Das kann ziemlich direkt gehen:

Boden — Pflanze — Mensch oder aber
Boden — Pflanze — Tier — Mensch.

Je nach der Bodenart, die mehr oder weniger Kalk enthält, wird nun auf dem gleichen Wege das Strontium befördert. Anscheinend gelangt um so mehr Strontium 90 als »Ersatz« für Kalk in den Körper, je calciumärmer das Erdreich ist. Ganz scheint diese Auffassung aber auch nicht zu stimmen, denn die ersten Versuche, in solchen Fällen durch vermehrte Kalkdüngung das Strontium zurückzudrängen, haben sogar den Verdacht aufkommen lassen, daß Calcium-Ionen unter gewissen Bedingungen die Einlagerung des Giftes sogar fördern können. Dies nur als Hinweis auf die hier ebenfalls bestehende Unsicherheit, obwohl die Fachwelt mit bestimmten Zahlen rechnet, als sei wenigstens hierfür schon alles geklärt. Will man nämlich ein Maß für die mögliche Gefährdung der Bevölkerung haben, so muß man zwangsläufig wieder eine »erlaubte« Höchstdosis angeben und einen »Sicherheitsfaktor« einschalten. Das Seltsame bei den ganzen Zusammenstellungen ist nun, daß es keinerlei Erfahrungsgrundlage für die Behauptungen einer erlaubten Dosis gibt und man wieder überall die sogenannten Mittelwerte verwendet, obwohl jeder Biologe genau wissen muß, daß sie Unsinn sind. In keinem Falle wird das Strontium, das zwar ein »Knochensucher« ist, sich ganz gleichmäßig über das Skelettsystem verteilen, sondern entsprechend dem jeweiligen Kalkbedarf (bei mannigfaltigen Umbauten im Knochen während der Arbeit, besonders aber nach Ver-

letzungen) werden sich anstatt Kalkverdichtungen Strontiumnester bilden, die eine Wirkungserhöhung der Strahlung an einigen Stellen bringen, die niemand vorhersagen kann.

Inzwischen haben die früher erwähnten Kontrollen an Eskimos und Lappländern den traurigen Beweis erbracht, daß meine — eigentlich für Fachwissenschaftler vorhersehbare — Voraussage zutrifft. Bei vielen der untersuchten Personen hatte sich neues Knochengewebe gebildet, in dem sich eine bis auf das Vierfache überhöhte Konzentration fand.

Man erinnere sich in diesem Zusamenhang an die ausweichende Formulierung der Internationalen Strahlenschutzkommission in bezug auf die Toleranzdosis (= erträgliche Dosis) und nehme dazu, was von *Duhm* auf der Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaften darüber gesagt wurde. Er stellte in seinem Vortrag fest, daß die nach internationaler Übereinkunft als unschädlich angegebene Strahlenmenge, die überall als Richtschnur gelte und praktisch »Gesetzeskraft« habe, weder bewiesen noch widerlegt sei. Es gebe zur Zeit keinerlei Anhaltspunkte für die Existenz einer Toleranzdosis.

Es wurde an anderer Stelle begründet, warum der kindliche Körper in bezug auf die radioaktiven Einlagerungen besonders gefährdet ist. *Caster* hat daher im Hinblick auf Strontium 90 eine Herabsetzung auf bis $^1/_{1000}$ der bisherigen Werte gefordert. Er ist der Ansicht, darin läge eine gewisse Sicherheit, den durch Klima, Boden und Nahrung bedingten Aufnahmeschwankungen einigermaßen Rechnung zu tragen.

Es ist außerordentlich schwer, wenn nicht unmöglich, die unterschiedlichen Zahlen für den Kalkgehalt der Böden nachzuprüfen. Es gibt Abweichungen in den Schätzungen und Bodenentnahmen, die um das 20- bis 30fache voneinander differieren. Gerade diese erheblichen Differenzen sind geeignet, die Leichtsinnigkeit des allgemeinen Vorgehens zu charakterisieren. Die indischen Wissenschaftler haben unter Zugrundelegung der ursprünglichen Angaben von *Libby* 1956 schon gefunden, daß wir zumindest den Gefahrenpunkt erreicht haben. Und dies bei dem unsicheren Wert von 0,1 Mikrocurie, der für Kinder und Säuglinge bestimmt zu hoch gegriffen ist!

Bechert geht bei seiner Gegenrechnung davon aus, daß ein Boden von mittlerem Kalkgehalt etwa 220 Gramm für den Körper verwertbares Calcium pro Quadratmeter enthält. Daneben existieren aber auch sehr viele Gegenden, in denen man nur 4,4 Gramm auswertbaren Kalk findet. Das bedeutet eine Schwankungsbreite für die Strontium-90-Verseuchung von

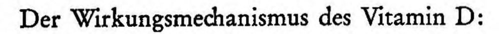
0,042 μ C — 2,2 μ pro Kilogramm Calcium.

Ist es bei einer derartigen Streuung nach oben und unten überhaupt noch statthaft, in einer für die Menschheit so entscheidenden Frage willkürliche Mittelwerte zu diskutieren? Es fehlen bisher alle Anhaltspunkte dafür, in welcher prozentualen Verteilung auf der Erde die kalkreicheren Böden den kalkärmeren Böden gegenüberstehen.

Es ist nicht wahr, daß zum Beispiel die indische oder chinesische Bevölkerung ihren Nahrungsmittelbedarf aus verhältnismäßig großen geographischen Räumen deckt und daß dadurch der Calciummangel ausgeglichen wird; der Lebensmittelhandel über große Strecken ist in diesen Ländern nicht entfernt so gut organisiert wie in den Vereinigten Staaten, auf welche Libbys Schätzung zutreffen mag. Und selbst wenn man diese leichtsinnige Schätzung Libbys annehmen wollte, so würden sich für die Bevölkerung auf kalkarmen Böden aus der jetzigen Bodenverseuchung immer noch 42 Prozent der höchstzulässigen Verseuchung ergeben, also ein bedenklich hoher Wert. Der letzte Satz im Bericht des englischen Forschungsrates für Medizin vom Juni 1956 lautet: »Wenn die Konzentration von Strontium 90 im menschlichen Knochengerüst die Neigung zeigen sollte, erheblich über $^1/_{100}$ der Konzentration zu steigen, die für die berufliche Belastung als höchstzulässig angesehen wird, dann würde dies bedeuten, daß man sich sofort mit dem Problem befassen müßte.“ Nun, diese Lage ist heute gegeben, denn die höchstzulässige berufliche Belastung mit Strontium 90 ist auf 1 μ C/kg Calcium festgesetzt, auf kalkarmen Böden wäre man sogar mit Libbys »großzügigen« Werten heute schon beim 4,2fachen von 0,01 μ C/kg Calcium angelangt. *(Bechert)*

Die Verhältnisse sind derart kompliziert, und es überschneiden sich noch so viele unbekannte Ein- und Ausfuhren im Körper, was gerade am Beispiel des Kalkstoffwechsels besonders eindringlich gezeigt werden kann, daß man oft einfach fassungslos davorsteht, wie unter Verachtung wissenschaftlicher Verantwortung mit ganz unzureichend begründeten Zahlengrößen jongliert wird! Bisher hat man in den Diskussionen nämlich noch nie etwas über die entscheidende Rolle des Vitamin D gehört. Jeder Laie weiß heute beinahe einiges über die segensreiche Wirkung dieses Vitamins bei der Verhütung der englischen Krankheit der Kinder. Sein Haupteffekt besteht darin, daß bei seiner normalen Anwesenheit die Kalk- und Phosphoraufnahme durch den Darm ungestört verlaufen kann und es an der beim Wachstum gewünschten Knochenstelle zu einer Calciumphosphatablagerung kommt. Besteht aber ein Mangel an Vitamin D, so kann Kalk schlechter aufgenommen werden, und es findet sogar ein Abschwemmen der Kalkreserven des Knochens nach außen statt, so daß die bekannte Weich-

heit und Biegsamkeit der Knochen (= Rachitis) auftritt. Aber auch die Überdosierung kann den Knochenkalk mobilisieren, wie unsere kleine vereinfachte Übersicht zeigt:



Der Wirkungsmechanismus des Vitamin D:

Vitamin D

Mangel	Normale Zufuhr	Überdosierung
Gehemmte Aufnahme von Kalk	Erhöhung der Kalkaufnahme durch den Darm	
Erhöhte Kalk- und Phosphorausscheidung	Hemmung der Kalk- und Phosphorausscheidung	Erhöhte Kalk- und Phosphorausscheidung
Ausschwemmen von Knochenkalk	Kalkablagerung Knochen	Ausschwemmen von Knochenkalk

Ich habe in der Gegenüberstellung schon bewußt die noch viel komplizierteren Steuerungs- und Gegenregulationsvorgänge durch die Nebenschilddrüse fortgelassen, um keine große Verwirrung zu stiften, aber diese hormonalen Beeinflussungen müssen natürlich ebenso berücksichtigt werden. Alle Stoffwechselvorgänge laufen gerade bei den heranwachsenden Organismen der Tierwelt und beim Menschen mit besonderer Intensität ab. Ich kann die Außerachtlassung so wesentlicher Gesichtspunkte immer nur mit größter innerer Empörung registrieren, und es bleibt mir einfach unverständlich, daß der größte Teil der Wissenschaftler sich diese Kost vorsetzen läßt und nicht sogleich auch in der Öffentlichkeit stärksten Protest einlegt!

Es ist sicher unrichtig und eigentlich nichts anderes als eine Beruhigungstherapie, wenn man versucht, den eigenen Verseuchungsgrad durch zusätzliche Einnahme von Kalktabletten abzumildern. Selbst unter der Voraussetzung, daß man einen geringeren Hemmungseffekt

erzielen könnte, sind die anderen zusätzlichen Angriffsfronten zu zahlreich, um sich dem allgemeinen Schicksal auf diese Weise zu entziehen.

Wohin wir bei solchen isolierten Heilbehandlungen kommen, zeigt die törichte Empfehlung, nunmehr der Caesium-137-Verseuchung (Beta- und Gammastrahlen) durch Kaliumzufuhr zu begegnen. Man stützt sich dabei auf eine tierexperimentelle Erfahrung, wonach Caesium in der Niere stärker zurückgehalten wird, jedoch an Kalium gekoppelt mehr ausgeschieden werden kann. Was geschieht aber mit dem Folgeprodukt Barium?

Man blättere noch einmal zurück und vergleiche mit der oben gezeigten Art von Zweckwissenschaft, was der unabhängige Ausschuß der National Academy of Sciences zur Frage der Verseuchung von landwirtschaftlich genutzten Flächen so klar über unser bisheriges Nichtwissen auf diesem Gebiet gesagt hat.

Teilweise sind diese starken Abweichungen aus den oben schon erwähnten Unterschieden in der Ernährung zu erklären und aus der immer wieder geäußerten Vermutung, daß Völker, die sich vegetarisch ernähren, gefährdeter sind als solche, die Fleischkost oder auch Milchkost bevorzugen. Auf dieser letzten Basis sind Libbys Zahlen aufgebaut, und das veranlaßt ihn, den oben angeführten »Herabsetzungsfaktor« (1/20) beim Durchgang bis zum Menschen in Abzug zu bringen. Das ist in dieser Form sicherlich nicht richtig, denn an sich sprechen die bisherigen Untersuchungen gerade für einen Anreicherungs- und Speicherungsvorgang, je näher wir an die Spitze der biologischen Pyramide (s. S. 27) kommen. Man müßte also sehr im einzelnen prüfen, welche Tiere und welche Stücke von ihnen vornehmlich gegessen werden, ob viel jüngere Tiere genossen werden oder ob ein großer Eier- und Milchverbrauch vorliegt. All das und manches andere beeinflußt die Aufnahmemenge des Strontium 90. Dies Gift ist, wie wir gehört haben, gerade ein Knochensucher, und es bleibt mangels ausreichender Nachprüfung offen, inwieweit es bei der Verwertung der Knochen für menschliche Ernährung doch noch konzentiert an ihn herangebracht wird.

Hanson und *Kornberg* haben schon 1955 sehr eindrucksvolle Tabellen über die Verteilung von Radioisotopen in unserer biologischen Umwelt veröffentlicht (s. Abbildung).

Konzentrationsfaktoren für Sr 90, Cs 137 und J 131 bei verschiedenen Pflanzenspezies und -organen in Nährlösung (nach *Rediske* und *Hungate)*

Pflanzenarten und Organ	Sr 90	Cs 137	J 131
Bohnen			
Blätter	0,3	0,7	0,3
Hülsen und Samen	0,02	0,2	0,04
Primärblätter	0,3	0,5	0,1
Sproß	0,3	0,3	0,2
Tomaten			
Blätter	0,4	0,3	0,2
Früchte	0,009	0,2	0,02
Sproß	1,6	0,2	0,2
Gerste			
Blätter	0,3	0,02	0,5
Ähren		0,01	

aus Zeitschrift für Aerosol-Forschung und -Therapie
4. Jahrgang, Heft 6 — Seite 489

Man kann sich daraus gewisse Vorstellungen über die vielfältigen Konzentrationsvorgänge machen und gewinnt ein anschauliches Bild von der Tatsache, daß diejenigen Völker, die nur von Pflanzen leben, *direkt* verhältnismäßig viel Strontium aufnehmen, während mit dem tierischen Fleisch offenbar vorwiegend Caesium 137 in den menschlichen Körper gelangt. Damit ist noch nichts über das endgültige Speicherungsverhältnis gesagt, von dem man ja theoretisch annehmen müßte, daß es doch bei den Völkern höher liegen müßte, die tierische Produkte bevorzugen. Aber es fehlen Kontrollen über die Weiterverwertung der tierischen Abfälle, über die Düngung des Bodens und andere Vorgänge, durch die vorübergehend »verlorengegangene« Radioaktivität wieder in den Menschen hineinkommt. Die schönsten Rechenkunststücke bringen uns nicht an der Tatsache vorbei, daß eine einmal erzeugte Radioaktivität in unserem biologischen Kreislauf wirksam bleibt, bis die Strahlung ihr natürliches Ende gefunden hat. Die in den USA veranstalteten »Hearings« brachten 1957 eine ganze Reihe bedenklicher Meßergebnisse ans Licht der Öffentlichkeit. Hier sei einiges zitiert:

»Die Strontium-90-Einlagerungen in den Knochen englischer Weideschafe verhielten sich in den Jahren 1954:1955:1956 wie 1:3:6; das heißt, es fand pro Jahr eine Vermehrung um den Faktor 2.3 statt. In den Knochen von Schafen, die in England auf kalkarmen Böden weideten, war der Strontium-90-Gehalt drei- bis zwölfmal höher als

in den Knochen von Weideschafen auf kalkreichen Böden, und bei Bergschafen fand man fünfmal soviel Strontium 90 etwa wie bei Niederungsschafen.«

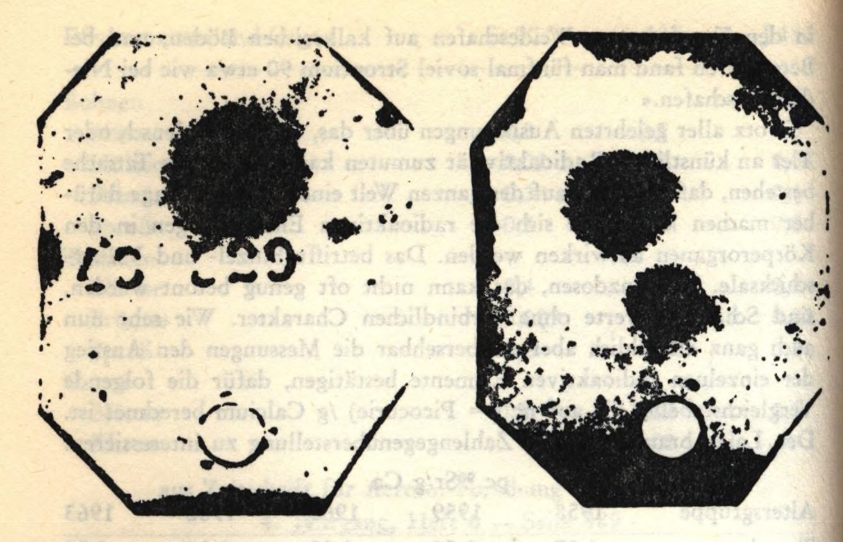
Trotz aller gelehrten Auslassungen über das, was man Mensch oder Tier an künstlicher Radioaktivität zumuten kann, bleibt die Tatsache bestehen, daß niemand auf der ganzen Welt eine sichere Aussage darüber machen kann, wie sich die radioaktiven Einlagerungen in den Körperorganen auswirken werden. Das betrifft Einzel- und Völkerschicksale. Toleranzdosen, das kann nicht oft genug betont werden, sind Schätzungswerte ohne verbindlichen Charakter. Wie sehr nun auch ganz allmählich aber unübersehbar die Messungen den Anstieg der einzelnen radioaktiven Elemente bestätigen, dafür die folgende Vergleichstabelle, die auf pc (= Picocurie) /g Calcium berechnet ist. Den Laien braucht nur die Zahlengegenüberstellung zu interessieren.

		pc ^{90}Sr/g Ca			
Altersgruppe	1958	1959	1960	1962	1963
Totgeburten	1,07	1,56	1,08	1,16	1,96
0 bis 5 Jahre	1,41	1,92	1,93	1,87	3,03
5 bis 20 Jahre	0,50	0,84	0,94	1,23	1,33
über 20 Jahre	0,14	0,20	0,23	0,44	0,46

Die Radioaktivität der Milch ist weitgehend abhängig von der Futteraufnahme der Weidetiere und unterliegt, wie nicht anders zu erwarten, zeitweilig starken örtlichen Schwankungen. Wer die Messungen von 1959 bis jetzt verfolgte, konnte sehen, wie bis 1961 bei geringerer Zahl der Versuche ein ständiger Rückgang der Verseuchung, dann aber nach dem Neubeginn ein sprunghafter Anstieg erkennbar wurde. Im Mittel enthielt die Milch 1963 fast zweieinhalbmal soviel Picocurie wie im Vorjahr. Auch im Frühjahr 1964 ist bisher kein merklicher Abfall zu verzeichnen.

Eine interessante Parallele für die Einlagerung des Strontium 90 mit dem Calcium gerade in wachsenden Knochen ergibt sich aus Messungen von *Hawthorn* am Hirschgeweih. Beim Hirschgeweih muß in jedem Jahr die Knochensubstanz der Geweihstange neu aufgebaut werden. So wurden in Nordengland Ende 1957 im Hirschgeweih bereits 126 Strontiumeinheiten aufgefunden, während 1952 im gleichen Gebiet nur 11,2 Strontiumeinheiten vorhanden waren. Es gelang sogar, die angewachsene Radioaktivität in der Gehörnsubstanz durch Autographie darzustellen.«

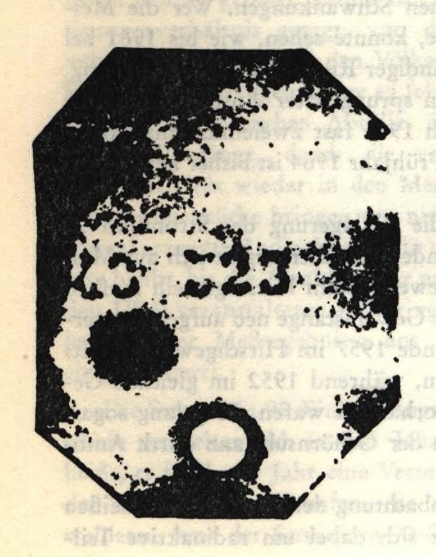
Ein neues Problem ist mit der Beobachtung der sogenannten »heißen Körnchen« aufgetaucht. Es handelt sich dabei um radioaktive Teil-



Radioaktive Partikel in der Luft

Radioaktive Partikel, wie sie sich nach Bombentests in der Luft befinden, sind hier auf der lichtempfindlichen Schicht von Filmmaterial festgehalten (natürliche Größe)

Abbildung 46





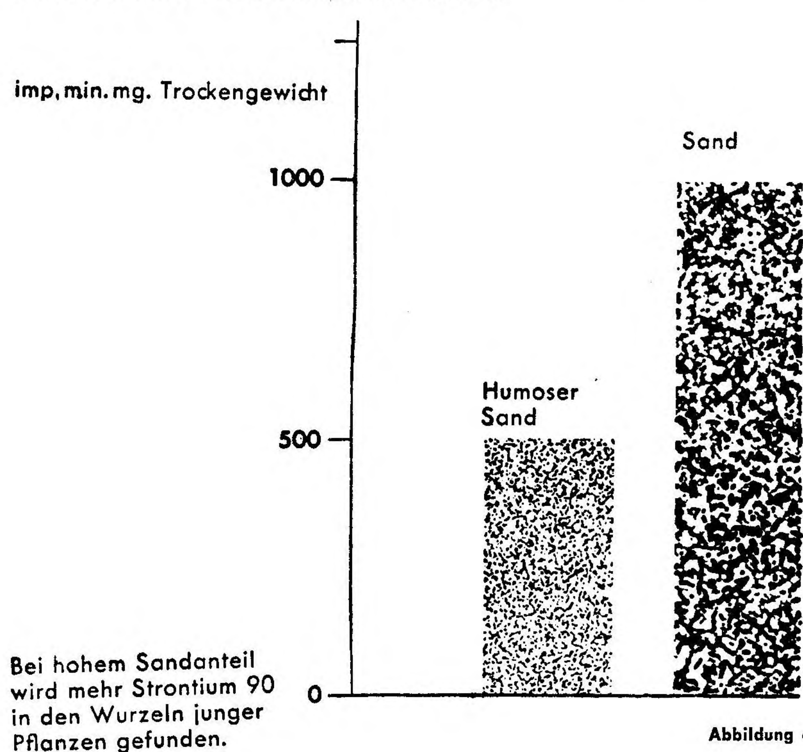
chen von etwa 4 μ Größe, die eine erhebliche Strahlungskraft besitzen und in die Lunge und den Magen-Darm-Kanal gelangen können. Die beigefügten Abbildungen zeigen radioaktive Teilchen, wie sie sich bei frei exponierten Röntgenplatten nach einer Woche Staubfang fanden. Das war bei der ersten Versuchsserie. Die dann vom Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt am Main, für das ganze Jahr 1962 durchgeführten Untersuchungen gaben zu erheblicher Beunruhigung Anlaß. Man hatte u. a. kontrolliert: Antimon 125, Cer/Praseodym 144, Mangan 54, Barium 140, Caesium 137. Die mittlere Zahl der Teilchen lag bei 10 und 70 pro 500 m^3 Luft. Man muß also damit rechnen, daß bei einem normalen Atemvolumen von 20 m^3 pro Tag 0,4 bis 2,4 radioaktive Partikel durch die Lunge eingeatmet werden. Man berechnet, daß von 50 Teilchen etwa 10 im Körper verbleiben. Ihre in unmittelbarer Umgebung auftretenden Dosisleistungen von einigen Hundert bis Tausend R (= rad/h) können nicht nur Gewebezerstörungen (Nekrosen) zur Folge haben, sondern sind infolge chronischer Einwirkungen für Krebsentstehung verantwortlich zu machen. Meiner Ansicht nach liegt gerade bei diesen radioaktiven Partikeln ein Schwerpunkt der Strahlungsgefahr durch den Bombenfallout.

Verfolgt man nüchtern die allerorts stattfindenden fachmännischen Erörterungen über die jetzige und künftige Strahlenbelastung, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die vorsichtig zurückhaltenden Wissenschaftler von den »Wegbereitern« der Technik glatt überlaufen werden. Wahrscheinlich ist die Sorge, als rückschrittlich oder gar fortschritthindernd zu gelten, größer als der Mut, der blinden Avantgarde in den Arm zu fallen. Anders ist es einfach nicht zu erklären, welche milden Formulierungen in Berichten gebraucht werden, die ganz deutlich unsere großen Erkenntnislücken bloßlegen. Obwohl der letzte große UNO-Bericht aus dem Herbst 1962 nochmals die Gefahren selbst kleinster, langwirkender Strahlendosen herausstellt, ist es fast zum Verzweifeln, wie leicht sich die meisten Regierungen und die ihnen angeschlossenen Stellen die Bagatellisierung machen.

Der in der ganzen Welt gespielte italienische Film »Mondo Cane« ist grausam-realistisch. Er brachte auch einige Bildstreifen von den Pazifik-Atolls, Jahre nach den ersten großen Atomtests: Abertausende unfruchtbarer Möweneier, Vögel, die in Höhlen brüten, Fische, die auf den Bäumen leben, Seeschildkröten, die sich nicht mehr orientieren können und elendiglich auf dem Lande zugrunde gehen. Es waren Bilder des Grauens, von den Filmleuten unter Lebensgefahr aufgenommen. Wo aber ist der Sturm der Entrüstung, wo bleiben die Stellungnahmen aus den Vereinten Nationen? Durch welche Wissenschaftler

werden diese furchtbaren und schon sichtbaren Ergebnisse überprüft? Besteht eine Nachrichtensperre?

Die Vielfalt der mehrfach dargestellten biologischen Stoffwechselumsetzungen zwischen Mensch—Tier—Pflanze—Atmosphäre stellt uns vor so gewaltige Forschungsaufgaben, daß deren Bewältigung nur *jetzt* in einer Atempause erfolgen könnte. Die Erörterungen über das Schicksal des radioaktiven Staubes auf seinen mehrmaligen Reisen um die Erde haben die Unsicherheit der atmosphärischen Verhältnisse deutlich gemacht. Wollen wir etwas über Verteilung und Anreicherung der verschiedenen Substanzen im Boden aussagen, so sind wir ebenfalls weitgehend auf Vermutungen angewiesen, da es bisher keine ausreichenden Kenntnisse auf diesem Gebiet gibt. Man kann sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungen lediglich im groben Umriß Vorstellungen



über Zusammensetzung, Säurewerte, Wassergehalt der Böden machen. Schon dabei muß ein unbefangener Beobachter stutzig werden über erhebliche Abweichungen der gemessenen Größenordnungen, denen unter Umständen jedoch eine entscheidende biologische Bedeutung zukommen kann.

Das wirkliche Verhalten »natürlicher« Böden ist ebenso schwer faßbar, wie es andererseits fast unmöglich ist, aus physikalischen Daten Wert- und Unwertbestimmungen vorzunehmen. Dadurch sind Voraussagen für Bewuchs bei der Zuführung neuer Stoffe selbstverständlich sehr erschwert. Wer zum Beispiel glaubte, daß toniger Boden, in dem die Niederschlagsfeuchtigkeit länger gehalten wird, günstig für die Strontiumaufnahme in Pflanzen wäre, mußte umlernen. Es zeigte sich nämlich, daß die Radionuklide um so leichter an die Pflanzen abgegeben werden, je stärker der Sandanteil im Boden ist. Auch bei humusreichem Sand wird nur fast die Hälfte der Menge von Strontium aufgenommen wie im reinen Sandboden.

Konzentrationsfaktoren von Radioisotopen in Gerste in verschiedenen Bodenarten (nach *Rediske* und *Hungate)*

Bodenart	Sr 90	Ba 140	J 131	Cs 137	Y 91	Ce 144	Pm 147	Zr 95-Mb 95	Ru 106
Sandiger Ton	0,96	0,13						0,004	0,012
Sandiger Lehm	1,6			0,4		0,004			0,015
Lehmiger Sand	1,7		1,1	0,1	0,006			0,02	0,012
Feiner Sand	3,1	0,32		0,08		0,004	0,001		0,08

aus Zeitschrift für Aerosol-Forschung und -Therapie, 4. Jahrgang, Heft 6 — Seite 488.

Wer sich aufmerksam die vorstehende Tabelle betrachtet, kann selbst ohne große wissenschaftliche Ausbildung ablesen, welche Schwankungen sich bei der mengenmäßigen Aufnahme der einzelnen Elemente der Pflanzen je nach unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit finden.

In Deutschland hat man im Agrikulturchemischen Institut in Bonn in Gefäßversuchen die Strontiumaufnahme bei Seradella und Rotklee überprüft. Dabei hat Seradella auf Sandboden tatsächlich etwa elfmal so viel von dem angebotenen Strontium konzentiert wie Rotklee auf sandigem Lehm.

Ebenso vielen Geheimnissen begegnen wir, wenn wir bei der Kontrolle einzelner Pflanzen betrachten, was sie sich aus dem Angebot des Bodens herausgesucht haben. Es hat sich als eine ziemlich primitive Vorstellung herausgestellt, zu glauben, daß man den Boden nur mit diesen oder jenen Stoffen anzureichern braucht, um sicher zu sein, der Pflanze die besten Wachstumsmöglichkeiten zu bieten. Gerade die Forschung mit radioaktiven Isotopen hat gezeigt, daß die Pflanze normalerweise

selbst eine Auswahl vornimmt. Nur wenn wir den Boden unvernünftig einseitig füttern, muß er manchen Stoff durch das Überangebot vermehrt speichern. Über die Art dieser Speicherung beginnen wir ebenfalls gerade manches überraschend Neue zu lernen. Die bisherige spärliche Zahl der Messungen vermittelt aber nur einen winzigen Bruchteil von Kenntnissen unserer Hauptnahrungsmittel.

Wohl die meisten Kontrollen liegen für Strontium 90 vor. Betrachtet man die nachfolgende Tabelle, so ist man entsetzt über die hohen Speicherungswerte bei den Getreidekeimen und ungeschältem Reis.

90 Sr-Gehalt von Nahrungsmitteln in μμC/g Ca
(nach Untersuchungen aus den Jahren 1957/58)

Getreide		Gemüse Obst		Milch		Fleisch (Knochen)		Fisch	
Roggen	130	Zwiebel	30	Milch	15~	Kalb	3	Hering	0,1
Weizen	110	Grünkohl	12	Käse	12~	Rind	4	Rot-	
Gerste	75	Salat	24			Schwein	2	barsch	0,1
Mais	36	Blumen-				Gans	5	Lengfisch	0,1
Reis	150	kohl	20			Hase	10		
(ungeschält)		Tomaten	80			Hirsch	65		
Reis	9	Kar-							
(geschält)		toffeln	20						
Mehl	30	Kohl	7						
(Roggen,		Bananen	4						
Weizen)		Apfelsaft	10						

Die Tatsache, daß viele natürliche, unbehandelte Nahrungsmittel einen hohen Gehalt an Radioaktivität hatten, brachte große Unruhe in die Reihen der Anhänger einer vernünftigen Ernährungsweise, die ihnen eine Abwehr gegen die vielen Zivilisationsschäden geben sollte. Auf vielen Kongressen prallten die Meinungen über den Wert oder Unwert synthetischer Nahrung aufeinander, nichts anderes beweisend als die Ohnmacht des einzelnen, ja eigentlich ganzer Gruppen, die sonst erhebliche Einflußmöglichkeiten haben. Am deutlichsten war der Gegensatz bei der Frage Vollkornbrot oder nicht.

Nicht abzustreiten ist die höhere Kontamination (Verseuchung) des natürlichen Produktes. Demgegenüber ist je nach dem Grad des Ausmahlens bis zum Weißmehl die Radioaktivität abfallend geringer. Durch Waschen, Auslaugen oder unter Zuhilfenahme von Ionenaustauschern kann man ebenfalls eine Herabsetzung des Verseuchungsgrades erreichen bei gleichzeitiger Veränderung der ursprünglichen Qualität. Was ist nun wichtiger? Überwiegt die Gefahr der Kontami-

nation am natürlichen Korn oder die Verschlechterung der Qualität im Hinblick auf die Gesunderhaltung des Körpers? Die Voraussagen für eine wesentliche Überbelastung des Körpers an Strontium 90 bei ungeschälten Reis essenden Völkern trafen nicht ein. Man führte dieses überraschende Ergebnis darauf zurück, daß die den Magen-Darm erreichende Zufuhr an radioaktiven Isotopen nicht maßgebend ist für die Aufnahme in den Körper, sondern daß diese weitgehend durch die Zusammensetzung der Gesamtnahrung bestimmt wird. Hier sollten gewisse natürliche Komplexbildner einen günstigen Einfluß ausüben. So kommt *W. Herbst* zu der Schlußfolgerung, daß es nicht zweckmäßig sei, »geringe Verschmutzungen des Äußeren der Körner durch Ausschluß von Vollkorn und Vollkornschrot aus der Gesamtnahrung des Menschen fernzuhalten«. Die durch die gesundheitliche Wertminderung bei synthetisierter Nahrung entstehenden Nachteile könnten größer sein.

Man mag gefühlsmäßig solchen Argumenten folgen, ganz befriedigen die Schlußfolgerungen nicht. Schließlich haben die Pflanzen und Tiere des Waldes gar keine andere Auswahl als ursprünglich natürliche Produkte in sich aufzunehmen. Trotzdem oder gerade deswegen sind sie den Schäden in hohem Maße ausgesetzt, wie die Höchstspeicherungen in Wasser- und Landtieren und letztlich schon bestimmter Menschengruppen (Eskimos, Lappländer) beweisen. Hier macht sich störend bemerkbar, daß wir insgesamt zu wenig von dem wichtigsten Gebiet für die Erhaltung unserer Existenz, der Ernährung wissen. Die

Lebensmittel	Strontiumgehalt		Tägliche Aufnahme		
	Sr γ/g Ca	Sr^{90} μμ c/g Ca	Ca mg	Sr γ	Sr^{90} μμ c
Milch und Milchprodukte	290	5,45	667	193	3,64
Mehl, Brot und dergleichen	2150	2,0	332	714	0,66
Kartoffeln	3240	23	19	62	0,44
Karotten	4310	11	6	26	0,07
Kohl	2190	11	14	31	0,15
Erbsen und Bohnen	3050	8	5	15	0,04
Spinat	2720	23	2	5	0,05
Andere Gemüse und Obst	3000	15	58	174	0,87
Andere Cerealien	3000	10	11	33	0,11
Fleisch	600	15	27	16	0,40
Eier	1000	2	24	24	0,05
Fisch	5000	1	19	95	0,02
Andere Lebensmittel	3000	10	15	45	0,15
			1,999	1,433	6,65

analytische Forschung hat uns enttäuscht, und die Qualitätsforschung ist nicht nur schwieriger, sondern wird auch nicht ausreichend gefördert.

Es wird den Leser nun nicht mehr verwundern, wenn er auch über die Wasserkontrollen und das biologische Verhalten des Wassers ähnliche unzuverlässige Angaben erhält. Die allgemeine Unkenntnis wird hier zusätzlich noch durch die Unzulänglichkeit der bisherigen Meßmethoden verschärft. Prinzipiell ist zu sagen, daß die Untersuchungen von Niederschlägen (Regen, Hagel, Schnee) sowie von strömendem Oberflächenwasser weniger wichtig sind als Grundwasserbestimmungen und Beobachtung und Messung aller im Wasser lebenden Organismen. Eine Ausnahme davon macht das in Zisternen gesammelte Regenwasser, dessen durchschnittliche Radioaktivität bereits über den heute zulässigen Grenzen für Trinkwasser liegt. In Deutschland sind es aber noch etwa 300 000 Menschen, die Zisternenwasser direkt für den Genuß benutzen. Alle Angaben über sogenannte zulässige Radioaktivitätswerte im Niederschlag oder im Flußwasser bleiben willkürlich, solange nicht Art und Verlauf der Speicherung bekannt ist. Wir trinken im allgemeinen das Regenwasser nicht direkt, und selbst das zum menschlichen Gebrauch verwandte Oberflächenwasser wird gefiltert. In den Schlammfängen der Filteranlagen und Wandungen des Rohrsystems der Wasserversorgung ist mit mehr oder weniger großen Veränderungen und nesterförmigen Anhäufungen zu rechnen. Der Gehalt des Grundwassers an Radioaktivität aber wird örtlich bestimmt von der Beschaffenheit des Bodens, der Tiefe der Entnahme und dergleichen mehr. Aber gerade darauf hat man bisher das geringste Augenmerk gerichtet, so daß der »Sonderausschuß Radioaktivität« bemerkt: »Ergebnisse systematischer Untersuchungen liegen bisher nur für Fluß- und Oberflächenwasser vor. Der ›Sonderausschuß Radioaktivität‹ hält die Messungen von Grundwasser insbesondere in der Umgebung atomtechnischer Anlagen für notwendig.«

Das japanische meteorologische Amt teilte schon im März 1958 mit, daß nach den kurz vorher erfolgten sibirischen H-Bomben-Explosionen das Regenwasser die zehn- bis zwanzigfache Radioaktivität des Jahres 1955 und das Doppelte der von 1956 enthalte und damit den höchsten Stand in der japanischen Geschichte ereicht hätte. Die ersten Großversuche im Pazifik haben die erheblichen Gesamtverseuchungen in den Ozeanen erkennen lassen:

»Zwei Tage nach den Versuchen im Pazifik 1954 war die Radioaktivität im Oberflächenwasser bei Bikini 1 Million mal größer als die natürliche Radioaktivität. Dieses Material wurde durch die Ozeanströme wegtransportiert und verdünnt. Vier Monate später hat man

in einer Entfernung von 1500 Meilen von der Versuchsgegend noch das Dreifache der natürlichen Radioaktivität gemessen.«

Als man 13 Monate später eine weitere Nachkontrolle durchführte, war zwar die künstliche Radioaktivität stark abgesunken und lag infolge der großen Durchmischung im Ozean unter dem natürlichen Strahlungspegel, aber das verseuchte Wasser war nunmehr über eine Million Quadratmeilen verbreitet. Es wurde noch 3500 Meilen von dem Ausgangspunkt entfernt nachgewiesen.

Um dem Menschen möglichst keine radioaktiv infizierten Nahrungs- und Genußmittel zuzuführen, macht man an den verschiedensten Orten Untersuchungen mit einer Vorentseuchung. Bei der großen Zahl der Strahler, ihrer ungenügend bekannten biologischen Wirksamkeit können auch das nur unvollkommene Versuche einer Linderung sein, die an einzelnen Stellen den einen oder anderen Teilerfolg zeigen, der dann sofort zur Beruhigung über die Gesamtsituation benutzt wird. Allerdings läßt sich aus solchen Bemühungen leicht ablesen, daß man sehr wohl um die sonst abgestrittenen Gefahren zunehmender anscheinend »unvermeidlicher« Strahlenbelastung weiß. Man verliert sich jedoch — entsprechend dem analytischen Denken — in Nebenfragen und versucht sich mit kleinen Ausweichzügen wie der Schachspieler vor dem endgültigen »Matt« noch eine Weile hinzuhalten.

So liest man von Plänen, alle Molkereien mit Apparaten zu versehen, um durch Ionenaustausch das Strontium 90 abzuscheiden sowie durch Steigerung des Kalkgehaltes »unter bestimmten Voraussetzungen« in Böden das Strontium 90 zu vermindern. Ähnlich soll mit Kalizusatz und spezieller mechanischer Bearbeitung Caesium 137 von der Aufnahme in Pflanzen zurückgedrängt werden.

Für Trink- und Industriewässer wurden Reinigungsverfahren entwickelt, die aber auf breiter Basis noch nicht anwendbar sind.

Bei der Getreideverarbeitung sinnt man darauf, durch bestimmte Waschmethoden den eigentlichen Keim wieder zu entseuchen.

Verbrannte Körper

Es gibt viele Bilder von den Grausamkeiten, die im Zusammenhang mit der atomaren Kriegsführung entstanden sind. Auch dieses Buch bringt dafür einige Beispiele. Mich persönlich hat am stärksten eine kleine Bildserie vom Schicksal einer menschlichen Hand erregt, die

Zeitlicher Verlauf einer schweren Strahlenschädigung

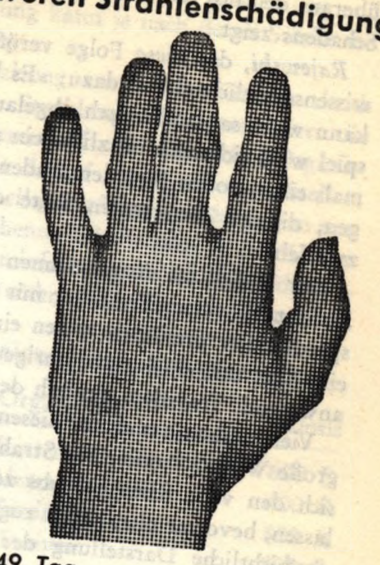


Abbildung 48

Zeitlicher Verlauf einer schweren Strahlenschädigung



140. Tag
nach der Bestrahlung



249. Tag
nach der Bestrahlung



12 Monate
nach der Bestrahlung



16 Monate
nach der Bestrahlung

überaus deutlich das unerbittliche Fortschreiten eines einmal gesetzten Schadens zeigt.

Rajewski, der diese Folge veröffentlicht hat, schreibt in nüchtern-wissenschaftlichem Stil dazu: »Es handelt sich um einen typisch, man kann wohl sagen klassisch abgelaufenen Strahlenschaden. Dieses Beispiel wird sicherlich nützlich sein sowohl für diejenigen, die noch niemals einen vollen Strahlenschaden gesehen haben, als auch für diejenigen, die an der ernsten Seite der Sachlage auch nur ein bißchen zweifeln.

Der Unfall ist vorgekommen in einem bestüberwachten Strahleninstitut bei einem Techniker mit langjähriger Erfahrung. Bei den entsprechenden Versuchen waren ein promovierter Strahlenphysiker und ein Arzt mit einer mehrjährigen radiologisch-biologischen Erfahrung anwesend. Trotzdem geschah der Unfall.«

Viele andere hat es vor diesem Techniker heimtückisch getroffen, der große Wiener Pionier der Strahlenmedizin, Guido *Holzknecht,* mußte sich den vom Röntgenkrebs zerfressenen Arm stückweise abnehmen lassen, bevor er elendiglich zugrunde ging. Und *Braunbecks* erregende geschichtliche Darstellung der unser Schicksal bestimmenden neuen Energiegewinnung beschwört die Geister der ersten gutgläubigen Besessenen, die noch im Vertrauen auf den Segen des kommenden Atomzeitalters starben:

»In der Hansestadt Hamburg, im Garten des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg, steht ein schlichter Gedenkstein mit Namen, Namen, Namen. Madame Curie findet man darauf verzeichnet und Guido Holzknecht, Heinrich Albers-Schönberg, Friedrich Giesel und Henri Dominici, und viele, viele andere. Zweihundert Namen etwa zählt man auf dem Stein, alles Namen von Forschern, Ärzten, Krankenschwestern aller Nationen, die den Strahlentod gestorben sind. —

N u r zweihundert sind es, vorläufig, Opfer des Atomkerns. Denn noch ist das Atomzeitalter nicht angebrochen!«

Freund Atom — wer doch daran glauben könnte! Ist die Macht- und Habgier des Menschen wirklich fähig, sinnvollen Gebrauch von so gewaltiger Energie zu machen? Ist er weiser als die Tiere, die — verführt durch lockenden Genuß — am Köder ersticken? Hat er den Kopf schon in der Schlinge? —

Jeder Strahlenschaden ist abhängig von der im Körper aufgenommenen Dosis. Jede Bestrahlung, die zusätzlich zu der natürlichen Radioaktivität erfolgt, bringt eine mehr oder weniger merkliche Veränderung der biologischen Kräfte gegenüber der Umwelt mit sich. Das bezieht sich sowohl auf die allgemeine Leistung des Einzelwesens als

auch auf seine Fortpflanzungsaufgabe. Zwischen der Bestrahlung und dem Sichtbarwerden einer Schädigung kann je nach deren Stärke ein längerer oder kürzerer Zeitraum liegen.

Töten kann die durch Atomspaltung entwickelte Gewalt durch Druck, Hitze und die radioaktive Strahlung. Hier interessiert die besondere Wirkungsweise der letzteren auf einen lebenden Organismus. Man hat viel Forschungsarbeit darauf verwandt, festzustellen, mit welchen Dosen und welcher Schnelligkeit Tiere und Menschen umgebracht werden können. Die nachstehende Tabelle zeigt in der Zusammenfassung von *Gerber* in grober Vereinfachung die Empfindlichkeitssteigerung innerhalb der mehrfach erwähnten biologischen Pyramide.

Empfindlichkeit verschiedener Organismen gegen Röntgenstrahlen

Organismen	Dosis	Organismen	Dosis
Sporen	~ 100 000 R	Ratten	600 R
Bakterien	~ 10 000 R	Meerschweinchen	400 R
Amöben	100 000 R	Kaninchen	800 R
Wespen	100 000 R	Hamster	800 R
Schnecken	20 000 R	Hund	315 R
Forellen	1 500 R	Esel	650 R
Goldfische	850 R	Ziegen	350 R
Frösche	700 R	Schweine	400 R
Schildkröten	1 000 R	Rhesusaffen	550 R
Fledermäuse	15 000 R	Menschen	~ 400 R
Mäuse	550 R		

Die Angaben wurden aus den verschiedenen vorhandenen Werten gemittelt.

Die Übersicht ist deshalb einseitig, weil sie sich nur auf von außen auftreffende Röntgen- oder Gammastrahlen bei Ganzkörperbestrahlung bezieht. Schon gegenüber den ebenfalls in dieser Form den Organismus durchdringenden Neutronen würde sich ein erheblich ungünstigeres Bild ergeben.

Jedes Überstehen einer ionisierenden Ganzbestrahlung, die noch gerade ein Weiterleben ermöglicht, zieht eine Strahlenkrankheit nach sich, die in Form und Verlauf von den am stärksten betroffenen Organen abhängig ist. Es begegnet uns das Bild der *akut*, das heißt der plötzlich aufgetretenen Strahlenkrankheit. Zu ihrer genauen Erkennung und der ungefähren Abschätzung der zukünftigen Körperreaktion bedarf es der Beachtung vieler Einzelheiten. Man muß einen physikali-

Strahlenschädigung bei den Überlebenden einer Atomexplosion

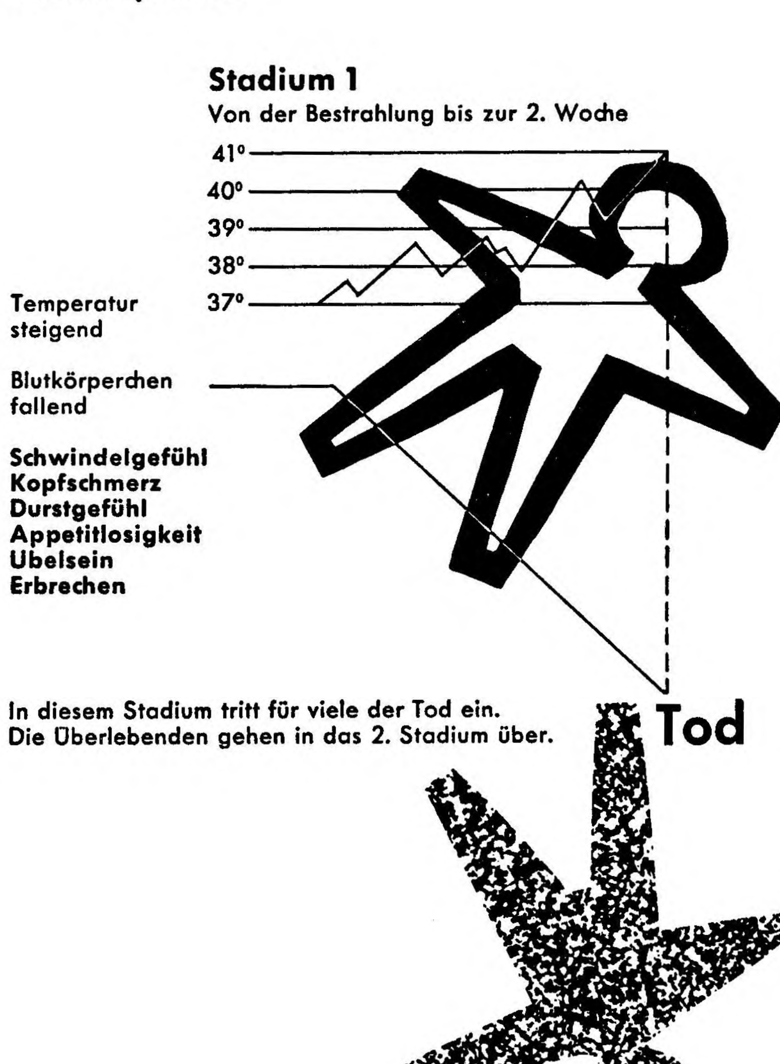


Abbildung 49

schen und einen biologischen oder medizinischen Gedanken- und Arbeitsgang ablaufen lassen. Schematisch würde er sich etwa so gestalten:

Physikalisch

1. Welche Dosis *war* wirksam?
   Welche Dosis *ist* noch wirksam?
   Welche Dosis war *und* ist weiter wirksam?
2. Welches ist die Strahlungsquelle? Hat man nur mit äußerlich einwirkenden Strahlen zu rechnen oder kommen bereits innerlich aufgenommene Substanzen dazu?
3. Um welche Strahlenarten mit welcher physikalischen Strahlenqualität handelt es sich?
4. In welcher Zeit kam die ganze Strahlung zur Wirkung und welche Stellung hat ein äußerer Strahler in Richtung auf den Körper (Treffwinkel zum kritischen Organ)?
5. Welche Isotope mit welchen chemischen Eigenschaften liegen vor, wie stark ist ihre Aktivität und Halbwertzeit?

Biologisch-Medizinisch

1. Welche Strahlenmenge oder radioaktive Substanzen hat der Körper wirklich aufgenommen?
2. Welche Körperverteilung ist anzunehmen?
3. Wurde ein gesunder oder ein bereits vorbelasteter Organismus getroffen?
4. Welche Strahlenempfindlichkeit ist wahrscheinlich vorhanden (jung — alt)?
5. Bestehen Möglichkeiten der Ausscheidung?

Es sind das zwar noch längst nicht alle Überlegungen, die anzustellen sind, aber auch daraus ist schon zu ersehen, mit welchen ungeheuren Überschneidungen und welcher Vielfalt von Faktoren wir es zu tun haben. Natürlich gibt es bei diesen Krankheitsbildern auffällige Erscheinungen, die sich sehr oft wiederholen. Man spricht daher von Leitsymptomen (Symptom = Merkmal). Sie sind außerordentlich wertvoll für die Feststellung einer Schädigung in einem bestimmten Erkrankungsstadium des Menschen. Nach den Erfahrungen in Japan hat man grundsätzlich vom Überstehen einer Strahlenschädigung an vier Stadien zu unterscheiden:

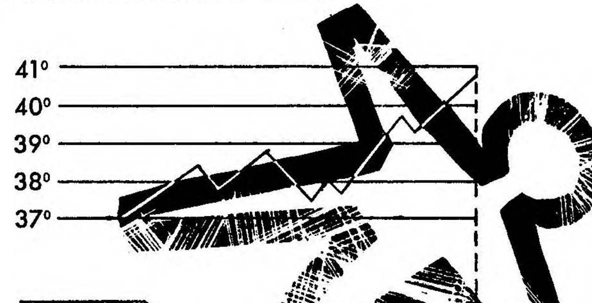
Stadium I	— von der Bestrahlung bis zur 2. Woche	akute Schäden
Stadium II	— 3. Woche bis Ende 8. Woche	
Stadium III	— Anfang des 3. bis Ende des 4. Monats	
Stadium IV	— ab 5. Monat und bis x Jahre = chronische Schäden (Bild 49–51)	

Strahlenschädigung bei den Überlebenden einer Atomexplosion



Stadium 2

3. Woche bis Ende 8. Woche



Temperatur
steigend

Blutkörperchen
fallend

Haarausfall
Hautblutungen
Blutbrechen
Bluthamen
Blutstuhl

50% derjenigen, die die 2. Woche erreicht hatten, sterben in diesem Stadium.
Die Überlebenden gehen in das 3. Stadium über.



Abbildung 50

Die Allgemeinerscheinungen im 1. Stadium bestehen bei hohen Dosen in sehr starken »Katerzuständen«, wie man sie in Anlehnung an das schlechte Befinden nach erheblichem Alkoholgenuß bezeichnet. Sie äußern sich in Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Durstgefühl bei völliger Appetitlosigkeit und Übelsein mit Erbrechen. Dazu kommt eine hilflos machende Schwäche. Tritt in dieser elenden Verfassung der Tod nicht ein, dann kommen jetzt Fieberreaktionen und zahlreiche Blutungen auf der Haut und an inneren Organen hinzu, so daß durchfallartige, blutige Entleerungen beobachtet werden. Gleichzeitig damit treten charakteristische Veränderungen im Blutbild auf, am auffälligsten ist der außerordentlich starke Abfall der Lymphzellen und der weißen Blutkörperchen. Aus der Schnelligkeit und der Tiefe des Absinkens dieser wichtigen Blutbestandteile kann man die Überlebensmöglichkeiten des Geschädigten ungefähr beurteilen. Auch die Blutplättchen sinken schneller als die roten Blutkörperchen. Zustande kommen diese lebensgefährlichen Störungen durch Einwirkung auf die zellbildenden Organe, insbesondere das Knochenmark.

Kusano berichtete, welch großen Schrecken die Atomkrankheit verursachte, als bei einem Teil der Bevölkerung von Hiroshima und Nagasaki, der lediglich kurzfristig etwas Übelsein und Erbrechen überstanden hatte und bereits wieder Aufräumungsarbeiten machte, eine bis dahin unbekannte Erkrankung auftrat. Es war das 2. Stadium der nachhaltigen Strahlenreaktion und war gekennzeichnet durch büschelweisen Haarausfall, Fieber und wieder diese scheußliche Blutungsbereitschaft an der Haut mit gleichzeitigem Blutstuhl, Bluthamen, Bluterbrechen. Das Blutbild deckte den schweren Allgemeinschaden auf; gut die Hälfte aller Patienten, die die 2. Woche erreicht hatten, starb jetzt noch. Wer nicht verblutete, ging an irgendeiner kleinen oder größeren Infektion zugrunde, die bei dem Gewebszerfall überall auftreten konnte, denn der Körper hatte keine Abwehrkraft mehr gegen die innere Vergiftung, und seine Aufräumungstruppen, die weißen Blutzellen, waren vernichtet.

Je mehr sich der zeitliche Abstand von der Strahlenschädigung vergrößert, desto besser sind zwar die Chancen für ein Überleben, aber es bleibt die Angst und Sorge vor einem künftigen Siechtum mit all seinen unendlichen Qualen, da niemand anfangs die Größe der zurückbleibenden Zerstörungen voraussagen kann. Schon im 3. Stadium verschwinden die zuerst so auffälligen Merkmale und man kann die Krankheit leicht übersehen, wenn man nicht bestimmte diagnostische Kontrollen durchführt. Bei vielen Betroffenen, die sich wieder erholt haben, bleibt als Restzustand eine Herabsetzung der Zahl der roten

Strahlenschädigung bei den Überlebenden einer Atomexplosion Stadium 3

Anfang des 3. bis Ende des 4. Monats



Stark verringerte rote Blutkörperchen
Fortschreitender Zerfall der Kräfte
Stillstand der Regelblutung bei Frauen
Störung der Samenfädenproduktion bei Männern

Tod

In diesem Stadium sterben noch viele nach einem allgemeinen Zusammenbruch der organischen Funktionen

Die jetzt noch Überlebenden gehen in das 4. Stadium, das Stadium chronischer Strahlenschäden ein. Sie sind einem langsamen, qualvollen Siechtum verfallen. Todesfälle sind unter ihnen noch nach 10 und mehr Jahren nachweisbar.

Stadium 4

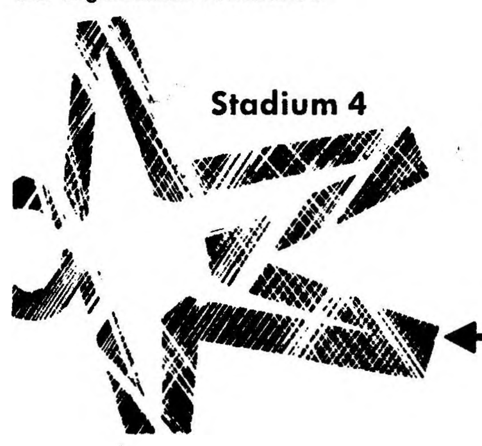


Abbildung 51

Blutkörperchen (Anämie) zurück, und hier werden auch erstmalig bei Männern und Frauen Beeinträchtigungen an den Fortpflanzungsorganen gesehen, die vorher bei den schwereren Schäden natürlich ebenfalls vorhanden waren, aber nicht im Vordergrund standen. Während man bei den Männern eine strahlenbedingte Herabsetzung der normalen Samenfädenproduktion im Hoden feststellen konnte, wiesen die Frauen einen Stillstand der monatlichen Blutung auf. Es ist eine Streitfrage, in welchem Maße man diese Regelstörung als direkten Strahlenschaden ansehen darf, da das plötzliche Aufhören der Menstruation auch allein durch einen großen Schrecken zustande kommen kann.

Messerschmidt zeigt in einer Gegenüberstellung, daß auch schon vor den Bombenangriffen auf die japanischen Städte Menstruationsstörungen in stärkerem Maße registriert wurden. Trotzdem betont er, daß kein Zweifel daran besteht, daß durch mittelgroße Strahlendosen zumindest zeitweiliges Stehenbleiben der Periodenblutung erwartet werden muß.

Selbstverständlich kann es zu diesem Zeitpunkt (3—4 Monate später) weiterhin bei einer Reihe von Menschen zu fortschreitendem Kräfteverfall und zum Tode kommen, ohne daß man genau sagen könnte, warum die einen so reagieren und die anderen sich allmählich bessern. Allerdings kann dieses Besserung trügerisch sein, es ist häufig nur eine scheinbare Gesundheit; denn das schleichende Gift hat die Lebenszeit des einen oder anderen Organs begrenzt und führt dadurch den allgemeinen Zusammenbruch herbei oder es nagt weiter und vollendet sein grausames Werk erst in kommenden Monaten bis zu Jahrzehnten, wie uns die Erfahrung gelehrt hat. Dieses letzte, chronische *Stadium IV* kann in seiner vollen Auswirkung wegen der möglichen Vielfalt der Beeinträchtigungen — wie schon mehrfach geschildert wurde — noch gar nicht übersehen werden. Sicher ist, daß in bunter Abwandlung und je nach Höhe, Art und Zeitausmaß der eingefallenen Strahlung die früher beschriebene Leukämie und Linsentrübungen am Auge, Geschwulstbildungen und allgemeine Lebenszeitverkürzungen für das Einzelwesen sowie nachteilige Erbänderungen für die Nachkommenschaft auftreten können.

Während man die Opfer der drei Anfangsstadien in eine gewisse Parallele zu den Toten und Verwundeten früherer Kriege setzen kann, versagt gegenüber dem chronischen Verlauf jede Vergleichsmöglichkeit. Gewiß gibt es auch bei den »klassischen« Waffen Verletzungen, die in Einzelfällen noch nach Jahren zum Tode führen, aber die mögliche Zahl der Folgeerkrankungen steht in gar keinem Verhältnis zu denen, die durch einen Atomkrieg ausgelöst würden oder vielleicht schon jetzt

Strahlenschäden der Haut



Sogenannte Keloidbildungen
und starke Narbenverziehungen
nach Atombombeneinwirkungen in Hiroshima

Abbildung 52

durch die unverantwortlichen Versuchsexplosionen zustande kommen. Am schlimmsten aber sind die erbbiologischen Folgen, denn ein Kriegsopfer vergangener Kriege war meist imstande, gesunde Kinder zu zeugen. Zukünftig werden alle Väter und Mütter auf der ganzen Erde — ob sie an den Kriegshandlungen beteiligt waren oder nicht — eine mehr oder weniger große Schädigung ihrer eigenen Persönlichkeit und des in ihnen schlummernden Erbgutes davontragen. Die weltweite Auswirkung wird furchtbar sein, obwohl noch niemandes Phantasie sich die Einzelheiten des Leides auszumalen vermag, das neben allen persönlichen Qualen auch noch die Unsicherheit über das Schicksal einer vielleicht geborenen Nachkommenschaft mit sichtbaren oder unsichtbaren Fehlern und Mißbildungen mit sich bringt.

Leider sind die Wissenschaftler, die sich mit diesen Folgeerkrankungen beschäftigen, obwohl sie die ernste Gefahrenlage schon heute erkennen, auch hier viel zu zurückhaltend. Sie möchten so gerne eine genaue Angabe machen, von welcher Dosis an man derartige Scheußlichkeiten zu erwarten hat. Das geht aber nicht, weil die biologische Forschung hier fast aussichtslos im Rückstand liegt und die Beobachtungszeiten für die chronischen Strahlenschäden außerordentlich lang sind. Darüber ist das Notwendige bereits ausführlich gesagt worden. Vorerst sind wir aber noch nicht einmal so weit, daß wir durch ärztliche Vorbeugungsuntersuchungen wenigstens frühzeitig eine Gefährdung bei den heimtückischen Minimaldosen erkennen könnten. Bei diesen langdauernden Vergiftungen versagt nämlich das oben als so charakteristisch bezeichnete Blutbild! Sogar beim Vorliegen sehr schwerer Knochenmarksveränderungen kann ein normaler Blutausstrich täuschen, wie wir das durch Kontrollen bei strahlenbelasteten Berufsgruppen wissen. Wir sind also in der geradezu verteufelten Lage, daß wir mit den bisherigen Untersuchungsmethoden zwar das beginnende Siechtum eines Menschen und seinen fast sicheren Tod ablesen können, in diesem Zustand aber nichts mehr für eine Abwendung tun können! Es ist das »Zu spät« des Arztes, das er heute so oft bei der schleichenden Krebserkrankung aussprechen muß. Leider bestehen sehr viele Ähnlichkeiten, ja bei beiden Krankheiten zum Teil gleiche Verlaufsformen.

Am relativ harmlosesten erscheint dabei noch die Abkürzung der durchschnittlichen Lebenserwartung. Für die Berufsgruppe der Radiologen weist dies deutlich ein amerikanischer Vergleich aus:

Ärzte ohne bekannten Kontakt mit Strahlung	65,7 Jahre
Fachärzte, die etwas mit Strahlen in Berührung kamen (Dermatologen, Urologen)	63,3 Jahre

Röntgenologen	60,5 Jahre
Bevölkerung der USA (Alter über 25 Jahre)	65,6 Jahre

Tanaka und *Ohkura* haben an 250 Radiologen und 300 Gegenkontrollen einen Prozentsatz von 13,8 an Kinderlosigkeit gegenüber 6,0 Prozent bei den unbelasteten Vergleichspersonen festgestellt. Spontane Totgeburten und Aborte betrugen 6,31 Prozent und 3,54 Prozent mit statistischer Sicherung. Eine grobe Schätzung der durchschnittlich empfangenen Jahresdosis bei den Radiologen ergab mindestens 35 R (!). Zweifelsohne wäre es heute schon möglich, solche Gegenüberstellungen mit erweitertem Personenkreis (Krankenschwestern, Röntgenassistentinnen etc.) durchzuführen. Aus gleichlautenden Ergebnissen bei Tierversuchen hat man versucht, sich ein ungefähres Bild von dem Verhältnis zwischen Strahleneinwirkung und Lebenszeit zu machen. Grob geschätzt kann man danach sagen, daß 1 R das durchschnittlich errechnete Lebensalter um ein Zehntausendstel verkürzt. Umgerechnet auf die augenblicklich in Strahlenbetrieben zulässige Dosis von 0,3 R pro Woche bedeutet dies für die dort arbeitenden Menschen eine Herabsetzung der Lebenserwartungen um etwa vier Jahre. *(Seelentag.)*

Inzwischen erfolgte die Senkung der Toleranzdosis auf 0,1 R pro Woche.

Die dauernde krankhafte Erhöhung der weißen Blutkörperchen (= Leukämie; griech.: leukos = weiß und haima = Blut) ist vielfach wohl mit Recht als eine krebsartige Umbildung des Blutsystems bezeichnet worden. Die Fachwelt kennt genügend gesicherte Beobachtungen an Einzelpersonen, bei denen die dauernde Beschäftigung mit Röntgenstrahlen oder Umgang mit radioaktiven Substanzen ›Blutkrebs‹ hervorgerufen hat und zu schrecklichem, tödlichem Siechtum führte. Auch in der Familie *Curie* hat sich bei Mutter und Tochter auf derart grausige Weise das Forscherleben erfüllt.

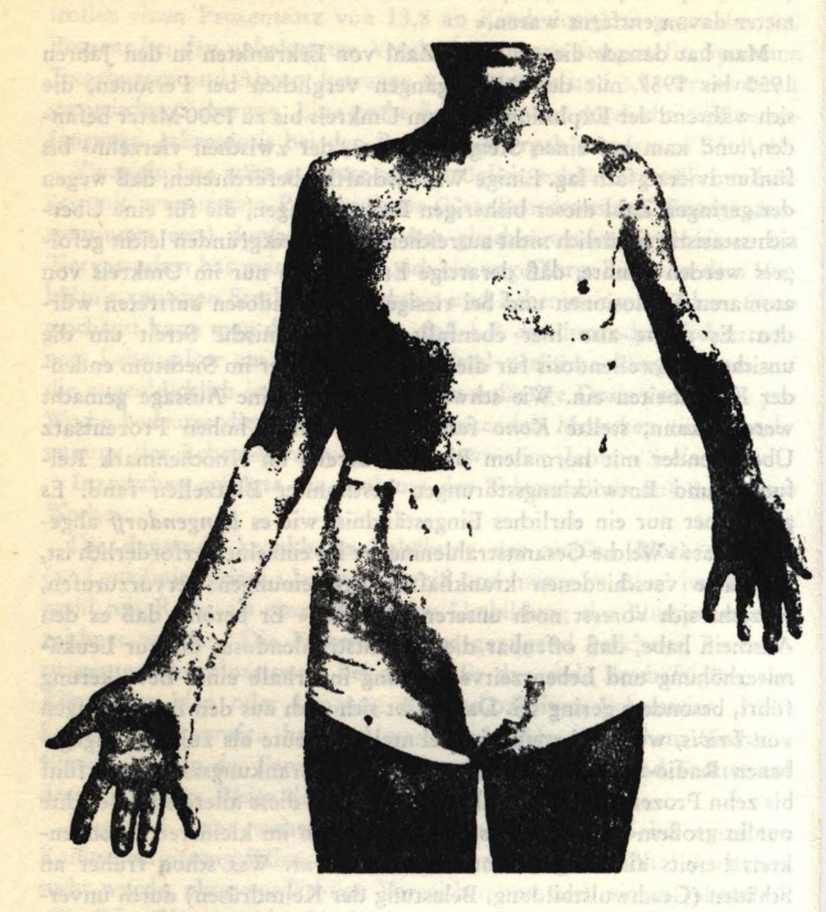
Hug und *Feine* weisen auf die Tatsache hin, »daß bei einzelnen Radiumvergiftungsfällen, bei denen regelmäßig das Blutbild untersucht wurde, ohne verdächtige Vorzeichen erst nach vielen Jahren ein plötzliches Versagen der Blutbildung innerhalb von Wochen zum Tode führte«.

Hiroshima und Nagasaki waren auch auf dem Gebiet der Spätschäden die grausamen Lehrmeister an unglücklichen, menschlichen Opfern. In dem einfachen Zahlenvergleich hört sich das beinahe belanglos an: »Es fand sich nach vier Jahren eine eindeutige Erhöhung der Erkrankungsziffer an Leukämie von 1,5 pro 100 000 Einwohner auf 8,2 pro 100 000 Einwohner.« *(Rajewski.)* Inzwischen übersehen wir einen längeren Zeitraum, und es sind 50 pro 100 000 Überlebende

nach acht Jahren geworden! »Die Zahl der Leukämiekranken war unter den Menschen größer, die sich innerhalb der 2000-Meter-Zone (vom Zielpunkt) befanden, als unter denen, die mehr als zwei Kilometer davon entfernt waren.«

Man hat danach die »übliche« Zahl von Erkrankten in den Jahren 1950 bis 1957 mit den Neuzugängen verglichen bei Personen, die sich während der Explosion in einem Umkreis bis zu 1500 Meter befanden, und kam auf einen Steigerungswert, der zwischen vierzehn- bis fünfundvierzigfach lag. Einige Wissenschaftler befürchteten, daß wegen der geringen Zahl dieser bisherigen Beobachtungen, die für eine Übersichtsstatistik natürlich nicht ausreichen, aus Zweckgründen leicht gefolgert werden könnte, daß derartige Erhöhungen nur im Umkreis von atomaren Explosionen und bei riesigen Strahlendosen auftreten würden. Es setzte also hier ebenfalls der akademische Streit um die unsichere Schwellendosis für die Auslösung solcher im Siechtum endender Krankheiten ein. Wie schwer heute schon eine Aussage gemacht werden kann, stellte *Kono* fest, der bei einem hohen Prozentsatz Überlebender mit normalem Blutbild bereits im Knochenmark Reifungs- und Entwicklungsstörungen bestimmter Blutzellen fand. Es gibt daher nur ein ehrliches Eingeständnis, wie es *Langendorff* abgegeben hat: »Welche Gesamtstrahlenmenge im einzelnen erforderlich ist, um diese verschiedenen krankhaften Erscheinungen hervorzurufen, entzieht sich vorerst noch unserer Kenntnis.« Er betont, daß es den Anschein habe, daß offenbar die Gesamtstrahlendosis, die zur Leukämieerhöhung und Lebenszeitverkürzung innerhalb einer Bevölkerung führt, besonders gering sei. Das ergibt sich auch aus den Berechnungen von *Lewis*, wonach bereits ein Zehntel der heute als zulässig angegebenen Radio-Strontium-Einlagerung die Erkrankungsziffer um fünf bis zehn Prozent steigert. Praktisch bestätigen diese allerersten Berichte nur in großem Maßstab, was an Erfahrungen im kleineren Personenkreis bereits als bekannt vorauszusetzen war. Was schon früher an Schäden (Geschwulstbildung, Belastung der Keimdrüsen) durch unvernünftigen Umgang mit Radioisotopen beschrieben wurde, werden zukünftig noch unbekannte Opfer, in denen das Gift bereits wirksam ist, leider ebenfalls in den verschiedensten Abwandlungen zu spüren bekommen. Nur wird in 15 oder 20 Jahren, wenn der Leichtsinn und die Verantwortungslosigkeit heutiger Handlungsweise bittere Frucht trägt, genau wie seinerzeit bei den radiumvergifteten Mädchen von New Jersey, niemand die Fehler eingestehen wollen, sondern dann wird es jeder längst vorher gewußt haben. Vielleicht dauert es aber gar nicht so lange, bis uns die ersten mit Sicherheit festgestellten Krebs-

Mißbildungen als Folge von Röntgenbestrahlungen beim Kleinkind



Linke Körperhälfte im Knochen- und Gewebewachstum (Brustansatz) stark zurückgeblieben. Die Röntgenbestrahlung erfolgte beim Kleinkind wegen Blutschwamm der linken oberen Körperpartie

Abbildung 53 a

erkrankungen aus den Versuchsexplosionen begegnen, da die Speicherungsneigung und Anfälligkeit der Kinder gegenüber radioaktiven Substanzen das Bild erheblich ändern können.

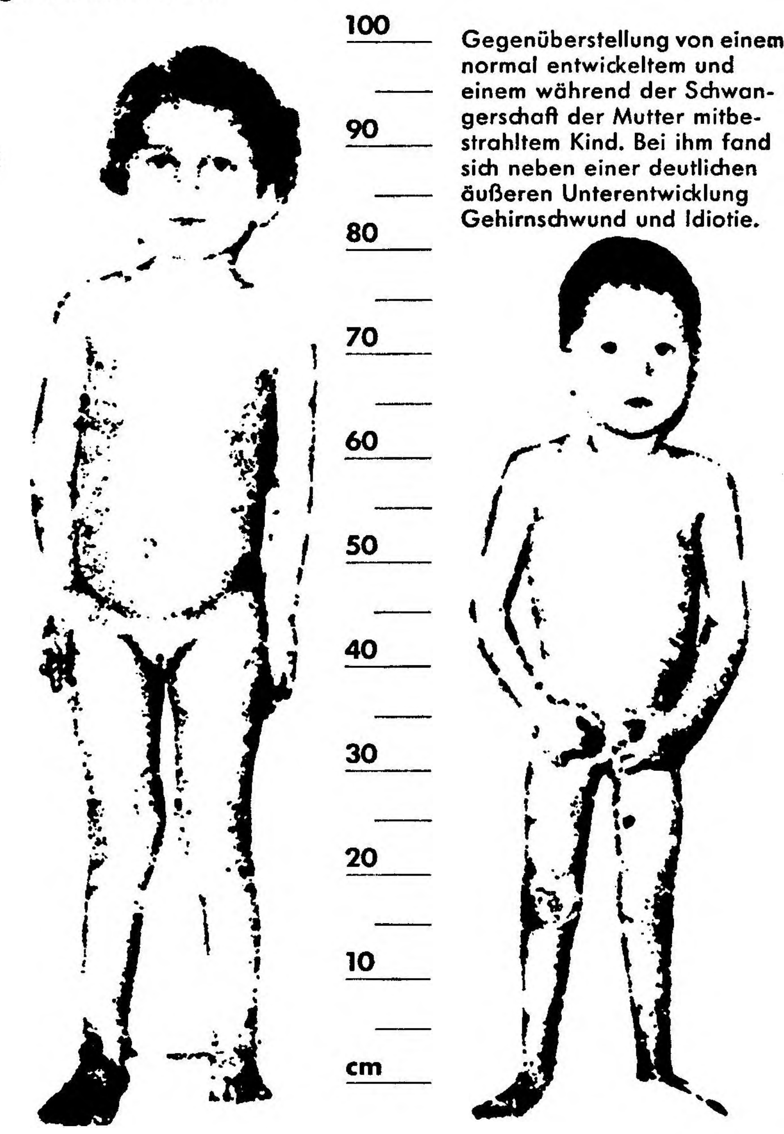
Je jünger die Zelle, um so größer ihre Strahlenempfindlichkeit. Auf diesem Erfahrungsgrundsatz basiert die gesamte Bestrahlungsbehandlung des Krebsleidens. Die Krebszellen sind entartete, »jugendliche« Zellen mit einer enormen Teilungs- und Vermehrungsaktivität. Im Stadium der Teilung sind sie besonders strahlenanfällig. Je jugendlicher ein Organismus ist, um so schneller wächst er und daher steht er in bezug auf die Strahlenempfindlichkeit in enger Nachbarschaft mit den Krebszellen. Während der alte Mensch unter Umständen erhebliche Röntgendosen reaktionslos verträgt, sind Kinder erheblich gefährdeter, und die Grenzen zwischen nützlicher und schädlicher Anwendung strahlender Substanz liegen ganz dicht beieinander. Das hat manche bösen Überraschungen gebracht. Einige Beispiele wurden bei der Besprechung der Radioisotopenbehandlung angeführt (S. 200 u. ff.). Aber ebenso unerfreuliche Nebenerscheinungen hat die Behandlung von Blutschwämmen (sogenannte Hämangiome) und anderen Erkrankungen hervorgerufen. Nicht nur örtliche Schäden sind jedoch zu beachten, sondern *Lössl* hat kürzlich die Radiumbehandlung der Blutschwämme deshalb verworfen, weil die Keimzellen unverhältnismäßig belastet würden.

Aber noch 1955 berichtete *Kozlova* auf der Genfer Konferenz über Strahlenbehandlung von Kindern in der Sowjetunion. Fast 2000 Kinder hatten bis zu 3000 R erhalten! Was sich dabei für später ergeben kann, zeigt das Beispiel einer alten Dame, die mit 20 Jahren (Zitat nach *Schubert/Lapp*) um die Jahrhundertwende 1500 R bei einer Durchleuchtung erhalten hatte und bei der sich zwei Wochen später an der belasteten Hautstelle ein Verbrennungseffekt zeigte, ähnlich einem von *Jüngling* veröffentlichten Bild. Erst nach weiteren 49 Jahren entstand an dem gleichen Hautbezirk ein Krebs, dem die Kranke zwei Jahre später erlag.

Einen der erschütterndsten Berichte über gutgemeinte, aber ohne Erfahrung und daher mit bösem Ausgang belastete Behandlung hat *Clark* auf der Genfer Atomkonferenz gegeben. Er berichtete über 15 Krebsfälle an der Schilddrüse von Jugendlichen bis zu 15 Jahren. Alle hatten aus mehr oder weniger wichtigen Anlässen Röntgenbestrahlungen der Halsgegend (Mandeln, Rachenwucherungen etc.) erhalten, und es war ein Zusammenhang mit der Krebsentstehung als sicher anzunehmen.

Clark glaubt daher, daß das vermehrte Auftreten des an sich sel-

Gefahren von Röntgenbestrahlungen für das ungeborene Kind



Gegenüberstellung von einem normal entwickeltem und einem während der Schwangerschaft der Mutter mitbestrahltem Kind. Bei ihm fand sich neben einer deutlichen äußeren Unterentwicklung Gehirnschwund und Idiotie.

Abbildung 53

tenen Schilddrüsenkrebses bei Jugendlichen die Folge einer allzu großzügigen Anwendung der Strahlenbehandlung bei harmlosen, gutartigen Krankheiten des Kopfes, Halses oder der Brustorgane ist.

Erneut begegnet uns hier die biologische Zweischneidigkeit bei der Verwendung kernspaltender Stoffe, die zwar imstande sind, unter bestimmten Voraussetzungen überstürzte Zellbildungen abzubremsen und damit Krebsentwicklungen zu verhindern, andererseits jedoch, in zu frühem Alter und zu hoher Dosierung (wie hoch liegt sie?) angewandt, sogar den Keim für Krebsneubildungen legen können.

Bei den chronischen Verlaufsformen, also der klein oder sehr niedrig dosierten ständigen Aufnahme von radioaktiver Substanz, wie sie vornehmlich durch die allgemeine, zunehmende radioaktive Verseuchung der Nahrungsmittel geschieht, ist naturgemäß der Zeitpunkt einer Dauerschädigung sehr schwer zu erkennen. Es kann zu einer mehr oder weniger starken Beeinflussung der Darmwandzellen kommen, die ja vielleicht die wichtigste Aufbereitungsfunktion der groben Nahrung im Körper haben, neben ihrer zusätzlichen Ausscheidungstätigkeit, bei der sie dann unter Umständen zum zweiten Male eine Strahlungsbelastung erfahren können. Die dadurch zustande kommende Verschiebung der gesamten Aufnahmeverhältnisse im Magen-Darm-Kanal wirft sehr leicht alle vorherigen Berechnungen um. Auch für solche Überraschungen unvorhergesehener Art liegen einige spärliche Beispiele vor. Das sagt allerdings nicht, daß diese Ereignisse selten sind, sondern nur, daß man sich noch zu wenig mit den komplizierten physiologisch-chemischen Verhältnissen unter derartigen Strahlenwirkungen befaßt hat.

Auffällige Späterkrankungen hat man auch an den Augen gefunden. Am wichtigsten sind die langsam zunehmenden Linsentrübungen (= Katarakte; griech. katarasso = stürze herab). Bei zehn Prozent der Überlebenden, die im Umkreis von 1000 Meter vom Zielpunkt der beiden in Japan gefallenen Atombomben waren, traten im Laufe von Monaten und Jahren Sichtverschlechterungen bis zur endgültigen Erblindung auf. Verhältnismäßig früh hat man bei Berufsunfällen entdeckt, daß Neutronen offenbar am stärksten die Kataraktbildung fördern.

Das Problem der verstärkten Wirkung ionisierender Strahlen auf den jungen, wachsenden Organismus ist uns bereits mehrfach begegnet. Seine allergrößten Wachstumsantriebe hat gezeugtes Leben im Augenblick der Vereinigung von Samenfaden und Eizelle. Die ersten Zellteilungen sind die schnellsten, und erst im Zuge der sich ausbildenden Organe bis zur Geburt und nachgeburtlich wird allmählich die Tendenz zur Teilung geringer, bis sie im Alter fast völlig erlischt. Aus dieser Tatsache ergibt sich die hohe Strahlengefährdung des ungeborenen Kin-

des. Wie gering gegenüber früheren Anschauungen die schädigenden Dosierungen sein können, wurde schon früher ausgeführt. Es ist im Einzelfall nachträglich natürlich schwer berechenbar, welche Strahlenmenge das später verstümmelte Kind erreicht hat und in welchem Wachstumsstadium das geschehen ist. Die Beobachtungen an Einzelschicksalen sind erschütternd. Ein Beispiel (s. Bild 53b) möge das erläutern. Man kann an dem bestrahlten Kind deutlich das starke Zurückgebliebensein in körperlicher Hinsicht erkennen. Alle Maße an den Knochen waren weit kleiner als bei gleichaltrigen Kindern. Ebenso waren aber auch die Muskeln geringer entwickelt, und die Haut wies mannigfache Ernährungsstörungen auf. Der Intelligenztest deckte auf, daß dieses dreijährige Kind noch nicht einmal die psychische Reife eines einjährigen Kindes erreicht hatte und man es als einen Idioten bezeichnen mußte.

Von verschiedenen Wissenschaftlern sind defekte Kinder untersucht worden, bei denen während der Schwangerschaft das mütterliche Becken Bestrahlungen ausgesetzt war. Dabei findet sich ein Prozentsatz bis zu 80 Prozent von anomalen Kindern, wenn die Bestrahlung vor dem fünften Monat stattgefunden hat. Vorwiegend sieht man dabei Störungen des Zentralnervensystems mit zum Teil schweren geistigen Ausfallerscheinungen. Ein großer Teil der Kinder war in der Widerstandskraft so geschwächt, daß der Tod noch vor dem vollendeten dritten Lebensjahr eintrat.

Man hat auch hier versucht, einen Überblick zu bekommen, in welcher Größenordnung die schädigende Strahlendosis liegt, und die folgende Tabelle folgt einer Zusammenstellung von *Henschke*. Bei der Auswertung der Ergebnisse stehen wir wieder vor der unangenehmen Überlegung, ob es gestattet ist, lediglich die *erkennbaren* Schäden als Grundlage einer Empfehlung für den Gebrauch ionisierender Strahlung zu nehmen. Außerdem wird von *Russel* eine sehr viel niedrigere Gefahrenschwelle angegeben (25 R), und selbst dabei ist es mehr als fraglich, ob dies den untersten Grenzwert darstellt. In einem Übersichtsbericht, der auf englischen Untersuchungen fußt, wird ein eindeutiger Zusammenhang zwischen nur kurzfristigen Röntgenbelastungen in der Schwangerschaft und späteren Erkrankungen der anscheinend gesund geborenen Kinder aufgedeckt. Es fand sich eine Erhöhung der Leukämie- und Geschwulsterkrankungen auf das Doppelte gegenüber dem Bevölkerungsdurchschnitt. Man hat daraus geschlossen, daß damit diese Kinder »das gleiche Schicksal erfahren können, das der Bevölkerung von Hiroshima widerfahren ist.«

Wirkung	Schwangerschaftsmonat I	II	III	IV	V
1. Fehlgeburten, Mißbildungen	60 R	150 R	250 R	340 R	440 R
2. Sowohl Fehlgeburten und Mißbildungen, aber auch Kinder *ohne erkennbare Schäden*	40-60 R	90-150 R	140-250 R	200-340 R	250-440 R
3. Kinder *ohne erkennbare* Schäden	40 R	90 R	140 R	200 R	250 R

Nach allem, was wir bereits über den Gebrauch der radioaktiven Isotope gehört haben, muß damit gerechnet werden, daß derartige Substanzen bei der engen Verbindung von mütterlichem und kindlichem Kreislauf in der Schwangerschaft auf den Embryo übergehen. Dabei dürfte es gleichgültig sein, ob sie der Mutter eingespritzt oder eingegeben werden. Daher lehnen alle verantwortungsvollen Ärzte einmütig für diese Zeit die Verwendung strahlender Stoffe ab.

Besonders nach den Untersuchungen von *Stewart* muß man selbst bei allerkleinsten Dosen, die auf den Embryo einwirken, mit einer Erhöhung der krebsähnlichen oder Krebserkrankungen in den Jahren von 0—10 rechnen. Danach sind schon 20 mR (!) imstande, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Krebsen in dieser Zeit um ein Prozent zu steigern.

Sehr viel schwieriger ist die Frage zu beurteilen, ob wir heute schon Mißbildungsschäden auf Grund der Atombombenversuche zu verzeichnen haben. Eine groß angelegte Untersuchung darüber stammt in Deutschland von dem Kinderarzt *Beck*, die in der Presse sehr stark diskutiert wurde. Entsprechend unserer früher gegebenen Definition (S. 180) müßte es sich hierbei um direkte Schäden an der Frucht handeln. Nun ist es allerdings eine feststehende Tatsache, daß seit 1953 der Strontium-90-Gehalt in den Knochen der untersuchten Embryonen jährlich um 100 Prozent angestiegen ist und daß man bei der schnell wachsenden Frucht die Gefahr von umschriebenen radioaktiven Nesterbildungen ernsthaft in Betracht zu ziehen hat. Leider bietet die Arbeit von *Beck* aber im Hinblick auf gewisse Vergleiche mit anders gelagerten Mißbildungsursachen und einseitige statistische Bewertung bei zu kleinem Zahlenmaterial ziemliche Angriffsflächen. Das ist um so bedauerlicher, als dadurch Verwirrung gestiftet wird und sich natürlich schnellstens diejenigen zu Worte melden, die unter dem Stichwort »Falscher Alarm« ihre Aufgabe in einer unangebrachten Beruhigung der Bevölkerung sehen. Gerade an Hand dieser sicher in bester Absicht erfolgten Veröffentlichung läßt sich erkennen, in welche Sackgasse wir bei der Behandlung dieser Fragen geraten sind. Man kann zwar *Anderson* beipflichten, wenn er ironisierend folgende Rechnung aufmacht:

»Man stellt also zum Beispiel fest, daß in der Geburtsklinik irgendeiner mittelgroßen Stadt 1957 eine kleine, aber immerhin dreimal größere Zahl von Mißgeburten vorgekommen sei als in einem der vorhergehenden Jahre, das ein ausgesprochenes Minimum aufweist, und folgert hieraus, daß eine fatale Einwirkung der amerikanischen Atombombenversuche stattgefunden habe. Genau mit demselben Recht könnte man auch den Umstand, daß im Ergebnis der 135 Ziehungen (von je 6 Zahlen aus 49) des Süddeutschen Lottos die »Unglückszahl« 13 nur achtmal, die Zahl 36 dagegen ganze achtundzwanzigmal, das heißt, 3,5 mal häufiger vorgekommen ist, auf den makabren H-Bomben-Einfluß zurückführen."

Auf der anderen Seite habe ich aber noch keinen nachdenklichen Biologen oder Mediziner gefunden, der sich eine Ablehnung von Einzelbeobachtungen so leicht gemacht hätte und dessen Gewissen nicht von der Schwere der Verantwortung im gegenwärtigen Augenblick belastet gewesen wäre. Diese »andere Seite« sieht so aus:

Es ist vorgeschrieben, Kinder mit folgenden Leiden zur Meldung zu bringen:

1. Idiotie und Mongolismus
2. Mikrocephalie (= übermäßig kleine Kopfbildung)
3. Hydrocephalus (= Wasserkopfbildung)
4. Mißbildungen schwerer Art, besonders Fehlen von ganzen Gliedmaßen, schwere Spaltbildungen des Kopfes und der Wirbelsäule und so weiter
5. Lähmungen einschließlich Littlescher Erkrankung.

Die Zählungen für Mißbildungen sind in den meisten Ländern recht unterschiedlich. Allgemein werden nur diejenigen gerechnet, die an Lebendgeburten wahrgenommen wurden. Viele innere Organfehlbildungen werden erst viel später erkannt und nicht gemeldet. Unberücksichtigt bleiben schwächliche und geistig unterentwickelte Kinder, weil beide Veränderungen nicht ohne weiteres als Erbschäden oder Mißbildungen erkennbar sind. Niemand erfaßt die ungeborenen Kinder, die auf herabgesetzte Fruchtbarkeit der Eltern zurückzuführen sind, niemand die zahlreichen Fehlgeburten, deren Ursache so oft ungeklärt bleibt.

Die jetzt geübte Form der Statistik auf diesem Gebiet ist für die Menschheit in bezug auf die Auseinandersetzungen in Erbfragen genauso gefährlich wie der schwimmende Eisberg, der die Katastrophe für die Passagiere der untergegangenen »Titanic« verursacht hat. Bei diesem Vergleich entspricht der sichtbare, aus dem Wasser herausragende Teil

des Eisberges der heutigen unvollkommenen Mißbildungsstatistik. Leider ist es nur etwa ein Siebentel der Gesamtmasse, was über der Oberfläche erkennbar wird, die todbringenden restlichen sechs Siebentel bleiben verborgen. Die Katastrophe geht von dem unter der Oberfläche nicht erkennbaren Teil aus. Ins Biologische übersetzt bedeutet das:

Wenn wir erst eine statistisch allenthalben faßbare erhebliche Erhöhung der Mißbildungsziffer feststellen können, dann haben wir insgesamt den kritischen Punkt längst überschritten, das heißt, das Erbgut des Menschen ist unwiderruflich entartet und die Ausrottung gesichert. Man kann sich lediglich theoretisch darum streiten, bei welchem prozentualen Anteil der Mißbildungen das Menschheitsschicksal besiegelt ist.

Hier beginnt die seelische Qual für die Wissenschaftler. Sie möchten ihre Aussage auf festgegründeten Tatsachen aufbauen und sehen sich hier erstmalig der vollständig neuen Erkenntnis gegenüber, daß auch sie wie der Arzt bei der Krebskrankheit das »zu spät!« aussprechen müssen, wenn sie ihre Entscheidung erst nach sicheren Ergebnissen fällen wollen.

Die meisten sind der Magie der Zahl verfallen, und da sich so vieles als meßbar erweist und erwiesen hat und auf manchen Gebieten die statistische Berechnung große Triumphe feiern konnte — warum nicht auch in der Biologie?

Jedes statistische Ergebnis beruht auf einer sehr großen Zahl von Messungen, die man als Grundgesamtheit, als Grundkollektiv oder — aus dem Englischen übernommen — als population (lat.: populus = Volk) bezeichnet. Jede einzelne Messung wird von einer nicht kontrollierbaren Anzahl verschiedener zufälliger Faktoren verändert, so daß Abweichungen zum Teil erheblicher Art vorkommen, das heißt, die gemessenen Werte unterliegen einer Streuung. Von dem Engländer *Galton* ist die Zufallsverteilung mit einem einfachen, aber sehr sinnreich konstruierten Apparat nachgewiesen worden (s. Bild 54). Es läßt sich daran erkennen, wie von einer bestimmten Stelle eingeworfene Kugeln ihren Weg durch die Hindernisse nehmen und in ihrer Ruhestellung eine Art Glockenkurve bilden, deren breiter Gipfel dem häufigsten Weg entspricht.

Diese Glockenkurve ist für die Berechnung biologischer Vorgänge von großer Wichtigkeit geworden. Leider ist sie in unserem zahlengläubigen Zeitalter vielfach für unzureichende Beweisführungen mißbraucht worden. Es ist nämlich so, daß jede statistische Auswertung ja nur so viel Richtiges aussagen kann, wie vorher an richtigen Grundlagen erarbeitet worden ist. Mache ich leichtsinnige oder angreifbare

Galton's Zufallsapparat

Der Galton'sche Appara
zeigt die Regelmäßigkei
der Zufallsverteilung

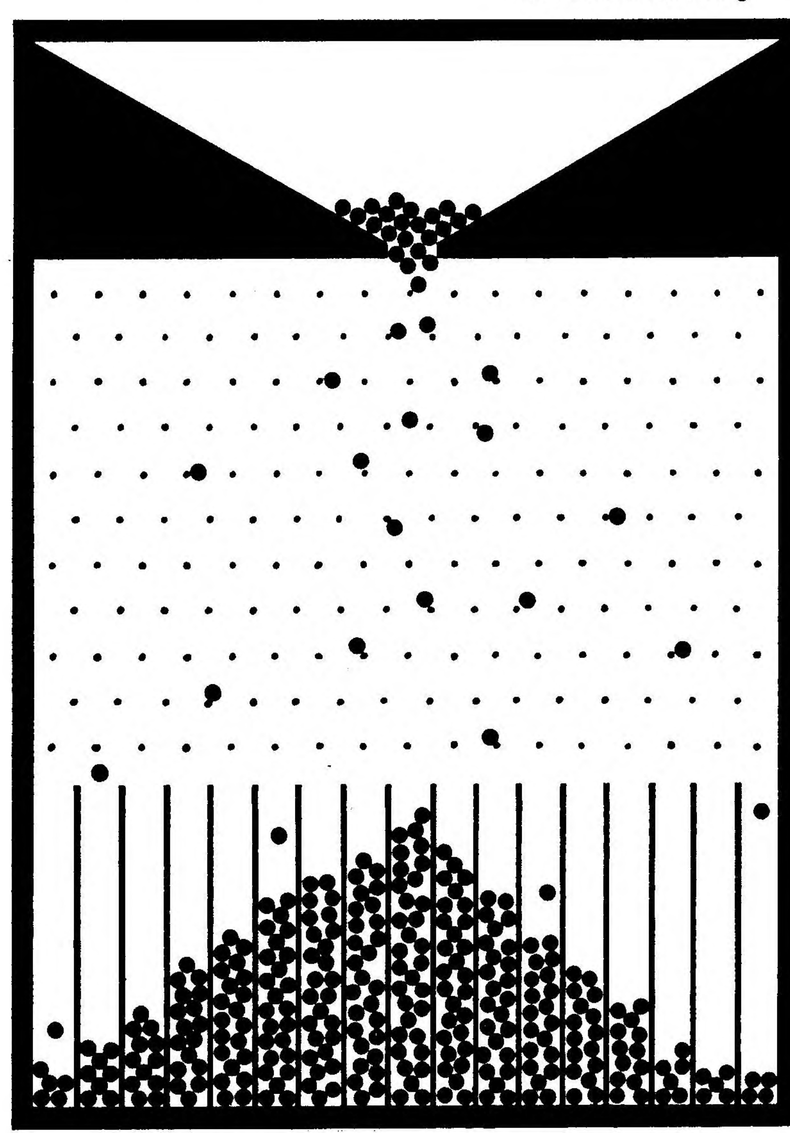
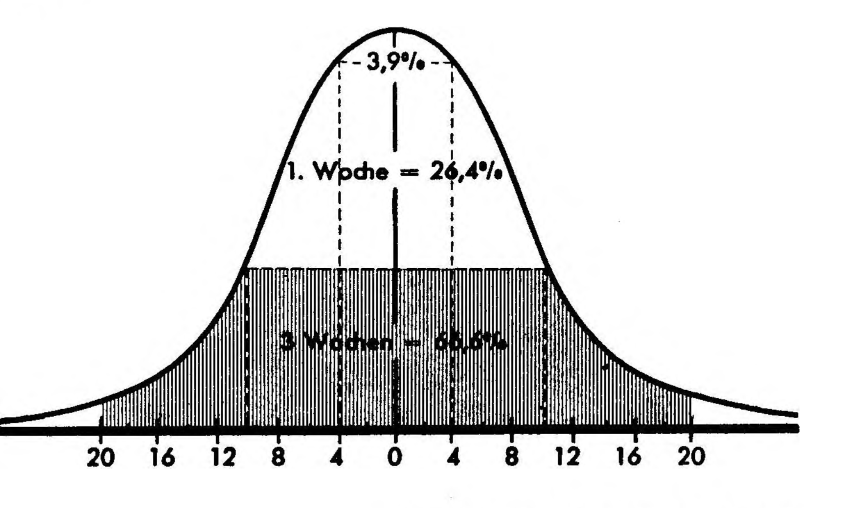


Abbildung 54

Glockenkurve zur Berechnung der Schwangerschaftsdauer

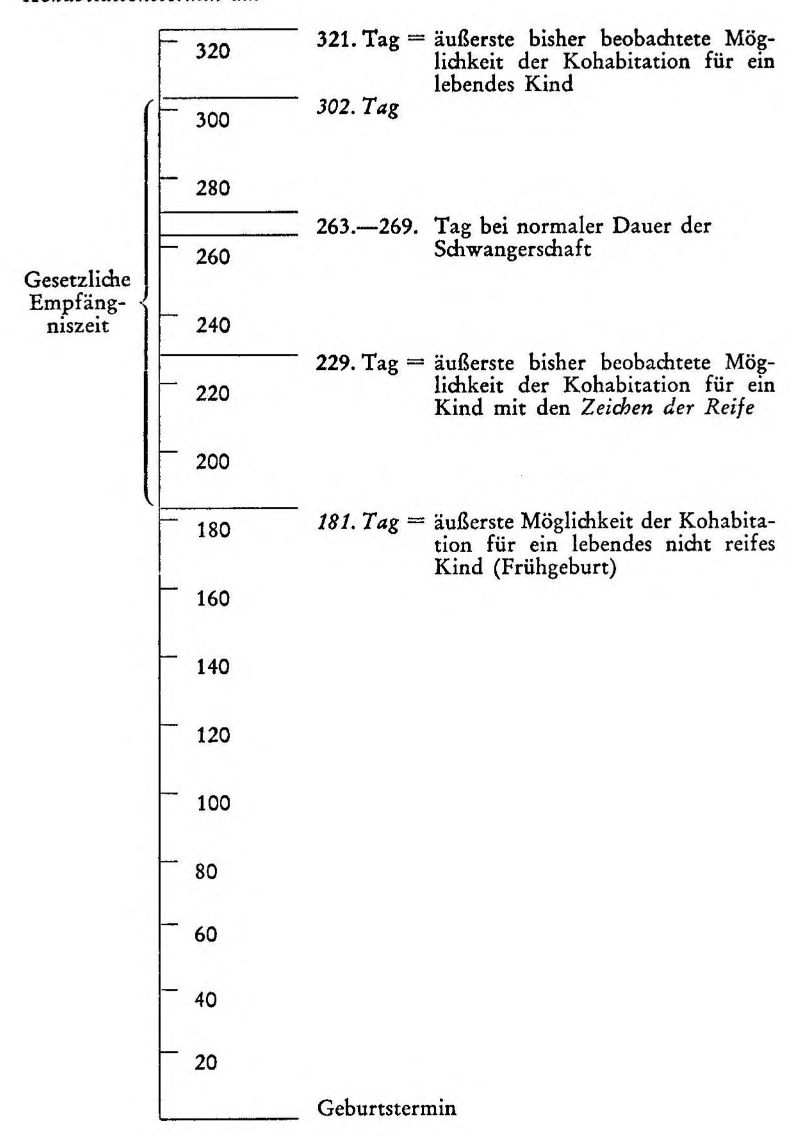


0 = 282. Tag der Schwangerschaft

bbildung 55

Angaben über die Häufigkeit bestimmter sich anscheinend wiederholender Ereignisse, dann muß auch die daraus sich aufbauende Statistik unsicher sein. Zudem ist entscheidend, ob ich die Statistik richtig befrage. So ist es zum Beispiel verwerflich, von einer Normalverteilung des radioaktiven Staubes über die Erde zu sprechen, weil man auf viel zu wenigen Meßstellen aufbaut, die Meßmethoden von einander abweichen und die radioaktiven Schwaden ungleichmäßig, haufenförmig herunterkommen. Für die Beurteilung biologischer Schäden ist solche Statistik vollends unbrauchbar, weil vollkommen ungesicherte Ausgangswerte kompliziert werden durch bisher unberechenbare biologische Faktoren.

Wie schwer vollkommen übersichtliche und gut bekannte, natürlich ablaufende Ereignisse statistisch verwertet werden können, zeigt die Ermittlung eines »durchschnittlich zu erwartenden Geburtstermins«. Man geht dabei — wie immer in der Biologie — nicht von dem sowieso nur theoretisch interessanten »Mittelwert«, sondern von einem »Normal*bereich*« aus, in dem sich der größte Teil etwaiger Variationen


Kohabitationstermin am
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
Gesetzliche Empfängniszeit
321. Tag = äußerste bisher beobachtete Möglichkeit der Kohabitation für ein lebendes Kind
302. Tag
263.—269. Tag bei normaler Dauer der Schwangerschaft
229. Tag = äußerste bisher beobachtete Möglichkeit der Kohabitation für ein Kind mit den *Zeichen der Reife*
181. Tag = äußerste Möglichkeit der Kohabitation für ein lebendes nicht reifes Kind (Frühgeburt)
Geburtstermin

ansammelt. An Hand einer hinreichend großen Zahl von Beobachtungen hat man sich geeinigt, die mittlere Schwangerschaftsdauer beim Menschen auf 282 (genau: 281,51) Tage fest anzusetzen. Von diesem theoretischen Nullpunkt muß es nun nach oben und unten eine Anzahl von Abweichungen geben, und es kommt zu einer zweiten Vereinbarung unter den Wissenschaftlern über die Grenzen des dadurch festgelegten »Normalbereiches«. Aus der beigefügten Glockenkurve für die Berechnung der Schwangerschaftsdauer ergibt sich, daß zwei Drittel der Frauen in dem Bereich von circa 20 Tagen *vor* dem Nullpunkt (= 282. Tag) bis zu circa 20 Tagen *nach* dem Nullpunkt niederkommen (schwarzer Zeichnungsanteil). Wir vermögen diese weitläufige Terminbestimmung ein wenig zu verbessern, wenn wir einen zusätzlichen Faktor beachten, nämlich den von der Frau registrierten Abstand ihrer Regelblutungen voneinander. Bis heute haben wir bei diesem schon so lange untersuchten Naturvorgang keine Möglichkeit gehabt, zu einer genaueren Aussage über den Geburtstermin zu kommen, was natürlich sehr erhebliche praktische Konsequenzen hat. Die Grenzwerte nach beiden Seiten sind die Quelle ständiger Ungerechtigkeiten in Vaterschaftsprozessen, und es ist manchmal — trotz Hinzuziehung vieler anderer Indizien (Blutgruppen und -untergruppen, Ähnlichkeitsvergleiche etc.) sehr mühsam, oft unmöglich, eine klare Entscheidung zu fällen.

Wir sehen also, daß die Festlegung sogenannter Normalbereiche innerhalb des Verhaltens eines Grundkollektivs auf Vereinbarung beruht und daß ein so natürlicher Vorgang wie eine Schwangerschaft nur in bezug auf seine Dauer schon eine derart breite Streuung hat, daß unsere rechnerischen Aussagen fragwürdig werden. Besonders deutlich wird das an der von *Martius* aufgestellten Tabelle. Statistisch fordert man für ein »Normalkollektiv«, daß der »Normalbereich« 95,5 Prozent aller möglichen Variationen umfaßt. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein außerhalb dieser Grenzen gefundener Wert auftritt, ist also bei 100 Messungen nur in 4,5 Prozent zu erwarten. Auf unser Beispiel angewandt, würde es bedeuten, daß wir die Breitenstreuung nach oben und unten, das heißt, vor und nach dem Mittelwert, erheblich erweitern müßten bis auf den Zeitraum, in dem 95,5 Prozent der Frauen zur Geburt kommen. Für die Praxis ergibt sich, daß der Mediziner zum Beispiel trotz aller Bedürfnisse der Rechtsprechung nicht imstande ist, innerhalb eines Spielraumes von fünf bis sechs Wochen aus der Schwangerschaftsdauer allein Angaben über den wahrscheinlichen Befruchtungstermin zu machen.

Übertragen auf andere biologische Fragen: Für jeden in der Natur

an vielen Einzelwesen der gleichen Art ablaufenden Funktionsgang gibt es eine uns meist unbekannte Streuungsbreite. Sie allein kann uns aber annähernd etwas über Belastungsmöglichkeiten einer Art aussagen. Wenn man zum Beispiel eine Giftwirkung prüfen will, dann wird bei einer hohen Dosis die Kurve hoch und steil sein, weil die tödlichen Mengen für alle Individuen dicht beieinander liegen. Sie wird flacher je nach der Herabsetzung der Dosis, und es ist mehr eine Frage der Moral als der Biologie, bis zu welchem Prozentsatz man glaubt, eine Anzahl der Art opfern zu können. Jedenfalls ist die mögliche Streuungsbreite für einen bestimmten Stoff, unter bestimmten Bedingungen angewandt, das einzig vertretbare biologische Kriterium und niemals die Angabe des sogenannten Durchschnitts- oder Normwertes.

Über die bedenkenlose und falsche Anwendung der Statistik für uns alle angehende Planungen und Berechnungen sind viele Biologen und Ärzte stark beunruhigt. Einer ihrer Altmeister, der Psychiater *C. G. Jung*, faßt diesen Tatbestand folgendermaßen zusammen:

»Die statistische Methode vermittelt zwar die ideale Durchschnittlichkeit eines Sachverhaltes, nicht aber ein Bild von dessen empirischer Wirklichkeit. Sie gibt zwar einen unanfechtbaren Aspekt der Wirklichkeit, kann aber die tatsächliche Wahrheit bis zur Irreführung verfälschen. Letzteres gilt in besonderem Maße von der auf der Statistik gegründeten Theorie. Die wirklichen Tatsachen zeichnen sich durch ihre Individualität aus; überspitzt ausgedrückt könnte man sagen, daß das wirkliche Bild sozusagen auf lauter Ausnahmen von der Regel beruhe und mithin die absolute Wirklichkeit den vorherrschenden Charakter der Irregularität habe.«

Wie schnell manche eindrucksvollen Irrtümer vergessen werden oder wie wenig man von ihnen in der breiten Öffentlichkeit Notiz nimmt, ist bedauerlich. Es ist noch gar nicht lange her (1956), da wurde von einem Ministerium in der Bundesrepublik eine statistische Berechnung zur Rentenreform vorgelegt, deren versicherungsmathematische Grundlagen unter den Fachwissenschaftlern zu großen Differenzen geführt haben. Dabei zeigte sich, daß eine Berechnung der Rentnerzahlen, die man im Jahre 1953 für das Jahr 1956 aufgestellt hatte, um 100 Prozent von der Wirklichkeit abwich. Dies geschah innerhalb eines Gebietes, auf dem man sich die Unterlagen für versicherungsmathematische Bilanzen um viele Grade genauer beschaffen kann und wo die Anzahl der zu berücksichtigenden Faktoren sehr viel kleiner ist als bei dem Zusammenspiel Radioaktivität — Umwelt — Mensch.

Es kann daher mit dem statistischen Gebrauch der schon mehrfach besprochenen »Toleranzdosis« des Menschen gegenüber ionisierender

Strahlung ein mehr als frevelhaftes Spiel getrieben werden. Da ja unter den heute gegebenen Verhältnissen stets die Gesamtbevölkerung der Erde als Grundkollektiv zu betrachten ist, müßten also für 95,5 Prozent sämtliche Reaktionsmöglichkeiten und Schäden bekannt sein, wobei noch immer unter 100 Menschen etwa fünf abweichende Verhaltensweisen haben könnten. Niemand wird zu behaupten wagen, daß wir auch nur annähernd für das biologische Gebiet eine solche Aussage machen können. Nicht einmal die Form der Glockenkurve, nicht einmal die damit im Zusammenhang stehende Breitenstreuung kann bisher bekannt sein. Am schlimmsten steht es jedoch mit der biologischen Wertigkeit innerhalb dieses menschheitlichen Kollektivs. Zählen und statistisch ausnützen kann ich nur sichtbare Schäden und Abweichungen. Die Zukunft bleibt unberücksichtigt. Eine solche Glockenkurve für Strahlungsbelastungen kann daher stets nur einen Querschnitt durch die Gegenwart bedeuten, und zwar werden wir aus den Erfahrungen annähernd ein Bild erhalten, wie auf Seite 291 dargestellt. Dabei werden die Extremwerte für die Überempfindlichkeit von Kindern gestellt und die Extremwerte für Unempfindlichkeit von alten Menschen. Es genügt aber nicht, diese Kurve von links nach rechts, das heißt als Querschnitt durch unsere Gegenwart anzusehen, sondern wir müssen sie auch um 180 Grad gedreht betrachten, das heißt von der Jetztzeit in die Zukunft reichend. Dann verschiebt sich der überempfindliche, also stärker geschädigte Anteil junger Menschen nicht etwa an den gleichen Mittelplatz für eine neue Glockenkurve in der neuen Generation, sondern diese Überlebenden geben die Mitte ab für eine nach der Überempfindlichkeitsseite verschobene Gesamtkurve. Das geschieht aber nur bei einem Gleichbleiben der Strahleneinwirkung — jede heute leider zu erwartende weitere Mehrbelastung verschiebt die Kurve immer weiter in den ungünstigen Bereich. Welche körperlichen Schäden dabei sichtbar werden, welche tragischen Schicksale sich hinter nüchternen Zahlen verbergen, ist zur Zeit noch nicht zu übersehen. Hier ist ein fließender Übergang vom menschlich erschütternden Einzelerleben bis zum Untergang ganzer Familien und Bevölkerungsteile durch die schon geschilderten, unsichtbaren Angriffe auf die Keimzellen.

Im Gegensatz zu Beck (s. S. 287) hat *de Rudder* aus der Frankfurter Kinderklinik eine verwertbare Gegenüberstellung von Mißbildungsfällen veröffentlicht. Gerade dadurch, daß er seine Beobachtungen begrenzt gehalten und eine selbst bei der unvollkommenen Mißbildungsstatistik zu erfassende Erkrankung ausgewählt hat, sind diese Angaben so bedeutsam.

Tabelle Häufigkeit schwerer Wirbelspaltbildungen unter den circa 49 000 Aufnahmen der Frankfurter Universitäts-Kinderklinik vor und nach dem zweiten Weltkrieg

Jahrgänge	Ges.-Zahl der Aufnahmen	Davon Säuglinge	Darunter schwere Wirbelspalt-bildungen	Schwere Wirbelspaltbildg. Auf je 1000 Aufnahmen	Auf je 1000 Säuglings-aufnahmen
1936—39	15 039	2 691	5	0,39	1,87
1951—54	18 502	5 645	38	2,05	6,74
1955—58	15 080	6 544	40	2,65	6,12
1951—58	33 582	12 189	78	2,56	6,41

An Hand der Tabelle kann man schnell erkennen, daß gegenüber den Vorkriegsjahren die schweren Wirbelspaltbildungen fast siebenfach höher liegen, wenn man die Jahre 1951—1958 berücksichtigt. Auch bei den Säuglingen sind sie um ein Mehrfaches erhöht. Die Arbeit ist kritisch begründet, hat die möglichen Vermehrungsfaktoren berücksichtigt, läßt aber offen, wodurch die Zunahme entstanden sein mag!

Rostand hat gemeint, das Atom habe der Keimzelle den heimlichen Krieg erklärt. Nicht nur beim Menschen! Bedroht ist jede lebende Zelle auf der ganzen Welt, ob sie einer Pflanze, einem tierischen Organismus oder dem Menschen angehört. Da wir bei der schnelleren Generationsfolge vieler Pflanzen und Tiere mit dem früheren Sichtbarwerden erblicher Schäden rechnen können, sofern eine starke Empfindlichkeit gegen Strahlen vorliegt, gilt es, die Augen offen zu halten. Aus der auf Seite 271 angeführten Tabelle ist zwar zu entnehmen, daß anscheinend niedere Organismen und auch Pflanzen im allgemeinen gegen Strahlenbelastung unempfindlicher sind als der Mensch, aber sicher gibt es da eine ganze Reihe von Ausnahmen, die bei der Vielfalt der Arten noch nicht alle erfaßt werden konnten. Einige scheinen dem Menschen Hilfestellung geben zu können für die rechtzeitige Erkennung der Gefahr, wenn er sich ernsthaft damit beschäftigen wollte. So hat *Hills* über erhebliche Muationsveränderungen bei Lupinen berichtet, die in England strichweise aufgetreten sind und die er mit gebündelten radioaktiven Niederschlägen in Verbindung bringt.

Er erwähnt außerdem die Versuche in der biochemischen Abteilung der Stockholmer Universität mit zweireihigen Hafervarianten. Dabei war die Rate für Abnormitäten von 1946 bis 1955 konstant mit einer von 2000 Rispen (0,05 Prozent), 1956 stieg sie auf eine bei 1250 (0,08 Prozent) und 1957 auf eine bei 400 (0,25 Prozent). Das bedeutet — bei

aller Ausschaltung jedes anderen möglichen äußeren Einflusses — eine plötzliche Steigerung um 500 Prozent!

Dingler hat angegeben, daß an Orten, wo früher bis zu 600 Schmetterlinge in 50 Arten zu registrieren waren, heute — 40 Schmetterlingsgenerationen später! — nur noch 40 Falter in kaum einem Dutzend Arten vorkommen. Von den einst 2657 Schmetterlingsarten unserer Heimat ist höchstens noch ein Prozent erhalten. *Dingler* meint, daß gewisse durch den Luftmantel der Erde jagende Strahlen oder Strahlengruppen sterilisierend wirken. Hier fallen die Stichworte »Radioaktivität« und »Atomspaltung«. Die physikalischen Wellen, die der Mensch in den Äther sendet, stören die »Sendungen« und den »Empfang« im Reich der Schmetterlinge. Es sind »Antennen« von rätselhafter Feinheit, mit deren Hilfe die Männchen die Weibchen auf 20 km Entfernung aufzufinden vermögen. Ihre Ausschaltung kommt praktisch einer Sterilisation gleich.

Ob es den Bienen gut bekommt, wenn sie offenbar eine besondere Anziehungskraft für Strontium 90 haben? In der »Schweizer Medizinischen Wochenschrift« wurde darüber berichtet:

»Strontium 90 findet sich in der Umgebung von Atomforschungsstätten sowie nach Atombombenexplosionen. Bienen besitzen nun die Eigentümlichkeit, daß sie Strontium in ihrem Körper sehr stark speichern, auch dann, wenn in der Atmosphäre oder auf den Pflanzen, die sie besuchen, nur geringste Spuren von Strontium vorhanden sind. Mit Hilfe von Bienen läßt sich daher die radioaktive Verseuchung einer Gegend besonders gut nachweisen. Man will jetzt Bienenstöcke in der Nähe von Atomforschungsstätten mit Geigerzählern versehen und hofft, mit deren Hilfe die radioaktive Aufladung der vom Flug zurückkehrenden Bienen und damit den Grad der radioaktiven Verseuchung der Atmosphäre beziehungsweise des Bodens und der Pflanzen kontrollieren zu können.«

In einzelnen Teilen Deutschlands sind Züchtern von Kleintieren Störungen bei der Brut aufgefallen. Interessanterweise besonders bei Gänsen, die bekanntlich sehr gerne nach dem Regen auf die Wiesen gehen. Man vergleiche damit die Angaben über die zum Teil sehr hohen Spitzenwerte in radioaktiven Niederschlägen, die an manchen Orten sogar das aufgefangene Regenwasser für den menschlichen Gebrauch ungeeignet erscheinen ließen. (Sonderausschuß Radioaktivität.)

Ich weiß nicht, ob man mit dem genügenden Eifer und allem erdenklichen wissenschaftlichen Rüstzeug solchen Angaben nachgegangen ist — sie wären es wert. Mit Recht beklagt sich nämlich *Langendorff:*

»Das Fehlen eines biologischen Indikators zur Feststellung eines sich

entwickelnden Strahlenschadens auf der Grundlage einer Dauereinwirkung kleinster Strahlendosen ist für uns heute und in Zukunft besonders deshalb so schwerwiegend, weil wir uns einer ständig zunehmenden radioaktiven Verseuchung der gesamten Biosphäre gegenübergestellt sehen. Da wir weder über das Maß des maximal Zulässigen noch über den Zeitpunkt, zu dem dieses Maß erreicht sein wird, etwas wissen, ist es für den Radiobiologen praktisch unmöglich, in der Weise dazu Stellung zu nehmen, wie dies wiederholt und dazu in der verschiedensten Weise von scheinbar berufener Seite aus erfolgt ist. Wenn von unserer Seite aus, die wir uns nun schon seit Jahrzehnten mit Problemen dieser Art beschäftigen, dazu etwas gesagt werden kann, dann nur dies, daß die Vernachlässigung der radiobiologischen Forschung in allen Teilen der Welt für den Mangel an ausreichenden Unterlagen und Erfahrungen verantwortlich ist, unter dem wir heute leiden. Darüber hinaus kann gesagt werden, daß ohne jeden Zweifel eine ernste Gefahrenlage für uns alle — und zwar ohne jede Ausnahme — besteht.«

Die Kernenergie mit ihren tiefgreifenden Veränderungen für den Menschen und seine Umwelt überrascht die ärztliche Wissenschaft in einer Zeit des inneren Umbruchs. Von alters her kamen die Kranken erst dann zu ihren Mitmenschen, von denen sie sich Hilfe versprachen, wenn sie sich elend fühlten, das heißt, wenn es gewöhnlich schon zum Ausbruch der Krankheit gekommen war. Selbst, als man im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende gelernt hatte, daß dieser Strauch oder jene Wurzel Vergiftungen auslöste, bestimmte Tiere gemieden werden mußten und schließlich sogar Infektionsquellen bekannt wurden, blieben Vorbeugungsmaßnahmen Stiefkinder im gesellschaftlichen Zusammenleben. Erst, wenn ein im einzelnen recht unterschiedliches Maß an Opfern gebracht worden und ein öffentliches Ärgernis entstanden war, bequemte man sich schrittweise zu vorsorglichen Maßnahmen. Dadurch, daß die Menschen ganz allgemein den Ermahnungen zur Vorsicht in der Lebensführung schwer zugänglich sind oder einfach ihre ganz persönlichen, völlig unzureichenden Gedanken darüber entwickeln, kostete die technische Entwicklung viele unnötige Opfer und werden bereits bestehende Vorsorgemöglichkeiten viel zu selten ausgenutzt. Jede Generation muß erneut mit den Umgebungsgefahren vertraut gemacht werden, sie muß dazu erzogen werden. Sie glaubt aber nicht leicht an eine Gefahr, bevor sie nicht auf diese oder jene Weise mit ihr in Berührung gekommen ist. Je weiter jedoch die Zivilisation mit ihren mannigfachen Folgezuständen und früher unbekannten Schadensmöglichkeiten vorschreitet, desto mehr muß der Mensch weit vorausdenken, muß vorsorgen und vorbeugen. Das steht in einem

inneren Widerspruch zu seinen Anlagen und macht sich im ganzen Schrifttum über die Bekämpfung von Atomschäden bemerkbar. Die Entwicklung auf technischem Gebiet ist derart im Vorsprung, daß die heutige Ärzteschaft fast aussichtslos mit ihren Schadensbekämpfungsmethoden im Hintertreffen liegt. Was erzielt wird, sind unbedeutende kleine Einzelerfolge, die oft mehr dem Zufall zu verdanken sind als einer Anwendung sicheren Wissens. Ich habe mehrfach ausgeführt, wie beschämend gering unsere bisherigen biologischen Kenntnisse sind, und die Ölfunzel unseres Wissens wird völlig überstrahlt von der Helligkeit des Atomblitzes!

Zur Vorsorge und Vorbeugung gehören aber nicht nur eine Ausbildung in den Grundlagen, sondern Einsicht und Verantwortungsgefühl für den Mitmenschen. Ist unsere Zeit überfordert, weil sie nicht nur für die Spanne eines Menschenalters voraussehen soll, sondern für Generationen?

Tatsache ist, daß die wirkliche Vorsorge gegen Atomschäden in den Kinderschuhen steckt, weil wir insgesamt nicht die vordringliche Notwendigkeit begriffen haben oder wie Einzelmenschen in Stunden der Krankheitsgefahr den schon fast hoffnungslosen Zustand nicht wahrhaben wollen. Es ist heute so geblieben, wie schon immer in der Vergangenheit, daß man Heere von Wissenschaftlern dafür beschäftigt, Mittel zu suchen, um eingetretene Schäden zu kurieren, anstatt alle Kraft daranzusetzen, sie von Anfang an vermeiden zu lernen. Man kann aber nur dann etwas vermeiden, wenn man Angriff und Wirkungsweise kennt, und es ist ziemlich unsinnig, sich sehenden Auges nur um einzelner Gruppeninteressen willen erst todsterbenskrank machen zu lassen und dann an den auftretenden Krankheitserscheinungen zu quacksalbern. *Rajewski* schreibt im Vorwort zu der deutschen Übersetzung von »Radiation«:

»Es ist zwar richtig, daß die heutige Strahlenbiologie enorme Fortschritte gemacht hat, es ist aber ebenso richtig, daß die moderne Strahlenbiologie, einschließlich der Strahlengenetik, auch heute noch hilflos ist, wenn man nach den entscheidenden Schlußfolgerungen fragt. Eines steht aber vollkommen fest: von den Ergebnissen der gesamten strahlenbiologischen Forschung hängt es ab, ob die Menschen die Atomkernenergie-Technik, ganz abgesehen von den militärischen Anwendungen der Atomkernenergie, in weiterer Zukunft betreiben dürfen oder nicht. Wir können heute die Auswirkungen der neu eingeführten Strahlungen und radioaktiven Substanzen für die Dauer von mehr als einer Generation noch nicht beurteilen, ja, nicht einmal abschätzen! Streng wissenschaftlich gesehen, ist alles, was darüber publiziert wird und ist, nur

als Vermutung, zum Teil als Phantasie oder aber auch als gutgläubige Schlußfolgerung, die jedoch auf völlig unzutreffenden Voraussetzungen beruht, zu werten.«

Auf diesem Hintergrund muß man all die vielen tastenden Einzelversuche betrachten, die den Menschen und seine Umgebung »strahlenfest« machen wollen, um ihn mit Tabletten oder Spritzen gegen mögliche radioaktive Überlastung weitgehend zu sichern oder um bereits eingetretene Schäden wieder auszuheilen.

Grundsätzlich gibt es folgende Wege zur Abmilderung einer Strahlengefährdung:

1. Frühzeitige Verabreichung von Substanzen, die bei Anwesenheit im Körper die Widerstandskraft gegenüber energiereicher Strahlung heraufsetzen.

2. Nach eingetretener Schädigung Eingabe von Stoffen, die imstande sind, die nachfolgende biologische Kettenreaktion durch Veränderung der Zellelemente des Körpers zu verhindern.

3. Einführung von Schutzsubstanzen, die durch allgemeine Körperwirkung die Überlebensmöglichkeit verbessern.

4. Zugabe von Medikamenten, die leichter auszuscheidende biochemische Verbindungen schaffen, so daß sowohl bereits entstandene Zellgifte als auch radioaktive Strahler schneller den Körper verlassen und dadurch weniger wirksam sind.

Da es sich bei all den bisher angewandten Methoden entweder nur um Erprobungen an Tieren oder in kleinerem Umfange am Menschen nach Unglücksfällen handelt, seien hier nur die Grundzüge mitgeteilt.

Je trockener eine Zelle ist, desto weniger strahlenempfindlich ist sie. Das ist eine Erfahrung, die man schon bei der einfachen Lichtbehandlung machen kann. Entzieht man niederen Organismen wie Einzellern, Bakterien, Pilzen das normalerweise in den Zellen vorhandene Wasser, so vertragen sie Dosierungen, die um das Tausendfache höher liegen. Eine ähnliche, wenn auch längst nicht so hochgradige Veränderung der Strahlenempfindlichkeit ist durch den Entzug von Sauerstoff zu erzielen. Offenbar wird durch solche Maßnahmen in uns noch unbekannter Weise ein biologischer Ruhestand der Zellen herbeigeführt, der gegen jede Art äußerer Einwirkung unempfindlicher macht. Man weiß nämlich, daß derart vorbehandelte Zellen oder Tiere auch gegen Kälte und gewisse Infektionen widerstandsfähiger sind.

Diese Form des Schutzes kann der Mensch nicht benutzen, er muß vielmehr versuchen, durch Eingreifen in den Zwischenstoffwechsel der Zelle (s. unter 2) die Kettenreaktion an irgendeiner Stelle zu unterbrechen. An Hand der Schemazeichnung läßt sich erkennen, daß die

Abwehr im Zellsystem selbst aufgebaut werden muß. Tatsächlich gibt es darin einige Fermente und Enzyme (= eiweißhaltige Körper, die imstande sind, andere Stoffe zu spalten und chemisch umzuwandeln), die sehr schnell angreifbar sind, aber durch Zufuhr von bestimmten Eiweißen strahlenfester werden. Was man an der Zelle fand, versuchte man dann, auf den tierischen Gesamtorganismus zu übertragen, und es gelang beispielsweise, mit dem sogenannten Cystein und einigen chemischen Verwandten wirklich einen kurzdauernden Schutz zu erreichen. Kurzdauernd deshalb, weil man diese Substanzen kurz vor der beabsichtigten Strahlung geben muß, da sonst kein Erfolg zu beobachten war.

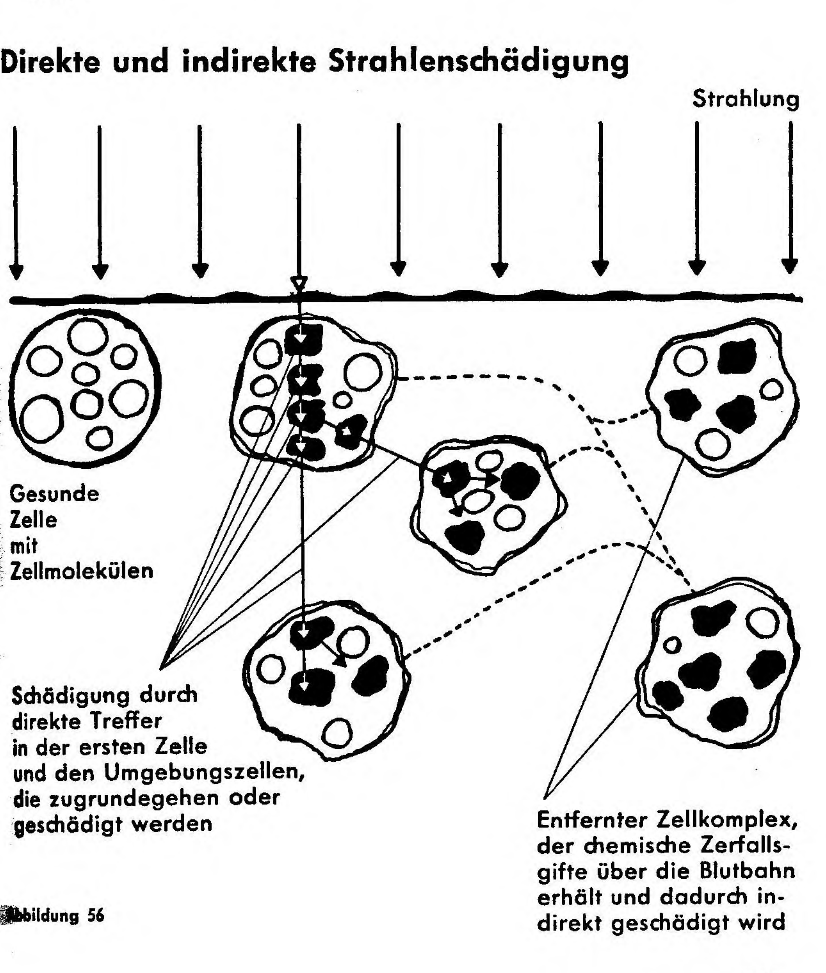


Abbildung 56

Die Wirkung von einigen Narkosemitteln (z. B. Megaphen u. a.) soll die Strahlenverträglichkeit etwas verbessern. Verantwortlich für diese Wirkung könnte entweder eine Herabsetzung der Sauerstoffatmung der Zelle oder eine Unterbrechung der Nervenleitung sein.

Da jeder Körper beim Zusammenprall mit strahlender Energie in ein Alarmstadium gerät, in dem er versucht, durch die Ausschüttung der verschiedensten Hormone alle dadurch hervorgerufenen Fehlleistungen wieder auszugleichen (sogenannter »Stress«), können zum Beispiel Nebennierenhormone und unter bestimmten Bedingungen auch die Geschlechtshormone die Gesamtabwehr verbessern. Damit sind wir schon bei den allgemein wirkenden Schutzsubstanzen (unter 3. aufgeführt), zu denen außerdem Vitamine (Vitamin B_6, Vitamin C) Milz- und Knochenmarksextrakte, Vitamin B_{12}, P, K, Bogomoletzserum *(Schmidt)* und andere gehören. Diese Untersuchungen können in Sonderfällen mit zusätzlichem mechanischem Schutz für die Arbeiten mit radioaktiven Stoffen insofern eine Bedeutung haben, als man durch diese Mittel bei einem im voraus zu erwartenden Schaden eine Einzelperson oder eine Arbeitsgruppe etwas abschirmen kann. Für größere Bevölkerungsteile etwa beim kriegerischen Einsatz oder bei plötzlichen Reaktorkatastrophen sind solche Vorbeugungen praktisch undurchführbar und wegen der Flüchtigkeit ihrer Wirkung nutzlos. Es ist daher verwerflich, wenn man der begreiflichen Sorge in der Öffentlichkeit damit zu begegnen sucht, daß man übertriebene Hoffnungen auf wirksame chemische Schutzsubstanzen erweckt. Man wird damit in keiner Weise der ungeklärten und ernsten Situation der Menschheit gerecht und wiegt sie in trügerische Sicherheit. Ganz unverständlich wird es, wenn man wider besseres Wissen unzureichende Tierversuche kommentiert, als sei der Strahlentod eine überwundene Angelegenheit. Dies gilt besonders von dem hochgepriesenen, AET genannten amerikanischen Mittel, das den Knochenmarkszellen eine Art Panzer verleihen soll.

Diese sogenannte »Panzerung« beruht auf der in einer Reihe von Tierexperimenten gefundenen Tatsache, daß das Zwischenprodukt des AET im Körper bestimmte durch die Bestrahlung entstandene chemisch giftige Stoffe (die »freien Radikale«) abzubauen vermag. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen darüber sind allgemein vorsichtig gehalten, da die bisherigen bescheidenen Erfolge höchstens zu der Hoffnung berechtigten, bei plötzlichen Katastrophen nicht ganz hilflos zu sein. Sie als »Atompillen« für den Bevölkerungsschutz anzupreisen ist unverantwortlich.

Eine im Juli 1964 herausgekommene Arbeit über Strahlenschutzversuche von *H. A. Künkel* zeigt dann auch den Pferdefuß der gepriesenen

Substanz. Während einerseits ein Körperschutzeffekt nachgewiesen werden kann, verstärkt sie andererseits die Strahlenwirkungen auf die Keimzellen. Ein bisher unerklärbares Verhalten!

Ähnliches muß auch von den Untersuchungen mit Protoplasmasubstanzen gesagt werden, die den Einzellern (Amöben) eine gewisse Widerstandskraft geben, ohne daß man daraus schon für den Menschen weitgehende praktische Folgerungen ziehen könnte.

Am ausgiebigsten hat man sich damit beschäftigt, Heilung oder wenigstens Besserung von Strahlenkranken durch Injektionen von Aufschwemmungen des Knochenmarks zu erreichen. Interessanterweise kann man im Tierversuch nach Röntgenbestrahlung eine bevorzugte Neuansiedlung der zugeführten Knochenmarkszellen im geschädigten Knochen erzwingen, so daß bei Mäusen die sonst tödliche Leukämie beseitigt wurde. Auch hier gibt es noch ein gewaltiges Stück Arbeit zu leisten, bis es gelingen kann, beim Menschen zu ähnlichen Ergebnissen zu kommen.

Man mag den Arbeitsaufwand und die freiwilligen Opfer ermessen, die nötig sind, einige Menschen vielleicht vorübergehend zu retten, wie es bei dem Unfall der jugoslawischen Atomwissenschaftler geschah. Dabei wurden vier Erkrankten an Stelle des zerstörten Knochenmarks gesunde Knochenmarkszellen gespritzt, die 18 freiwilligen Spendern entnommen worden waren. Zusätzlich waren aber zahlreiche Bluttransfusionen und Injektionen von Blutkonserven notwendig, ähnlich wie bei den Bemühungen um die japanischen Fischer.

Die Anwendungen der verschiedenen chemischen oder biologischen Stoffe sollen die allgemeine Abwehrkraft stärken. Bei in den Körper eingedrungenen radioaktiven Elementen geht aber die Strahlung trotzdem unverändert weiter. Es muß also unser Bestreben sein, sie auf irgendeine Weise wieder herauszubefördern. Das ist je nach der Art des Elementes durch Zugaben von Chemikalien geglückt, die imstande sind, mit den eingedrungenen Radioisotopen neue Verbindungen einzugehen, um dann, leichter gelöst, durch die Nieren ausgeschieden zu werden (Chelat-Bildner, Amadori-Verbindungen).

Naturgemäß hat man sich gerade in Japan sehr um die Auffindung von Schutzstoffen bemüht, und es scheinen auch unter gewissen Voraussetzungen Teilerfolge bei der Ausschwemmung eingedrungener radioaktiver Substanzen gelungen zu sein. So soll bei Teegenuß das darin vorhandene Tannin sich zum Beispiel unlöslich mit Strontium 90 im Magen-Darm-Kanal verbinden und dadurch schnell wieder ausgeschieden werden. *(Ukai)*

Andere japanische Wissenschaftler glauben durch die Einspritzung von einem Mineralgemisch *(Ogawa)* eine beschleunigte Entgiftung über die Harnwege erreichen zu können.

Es bleibt abzuwarten, ob sich wenigstens hierbei die in sie gesetzen Hoffnungen rechtfertigen, da es bei dem jetzigen Umfang der friedlichen Verwendung von Radioisotopen nötig ist, eine Anzahl von Gegenmitteln in der Hand zu haben. Trotzdem kann man sich bisher nur mit abwartender Vorsicht verhalten, da sich erst noch herausstellen muß, ob diese Stoffe — wie bei einigen schon erkannt — nicht doch unerwünschte Nebenwirkungen auslösen, die ihre Anwendung begrenzen oder verbieten.

So geben einige Mittel zwar einen gewissen Schutz für die Körperzelle, machen aber die Keimzellen (s. o.) empfindlicher. Bei anderen genügen kleine chemische Umlagerungen, durch die plötzlich eine Überempfindlichkeit gegenüber Strahlungen entstehen kann.

Man brauchte über eine Heilungsmöglichkeit an den Keimzellen nach den früheren erbbiologischen Erklärungen gar nicht zu diskutieren, wenn nicht von *Lüning* einige wohl ein wenig voreilig abgegebene Urteile vorlägen, nach denen er aus gewissen Kontrollen an der Taufliege glaubt schließen zu können, daß es Wiederherstellungen am Erbgut gibt. Demgegenüber hat allerdings *Barthelmeß* die Erfahrungen der Erbforscher dahin zusammengefaßt:

»Die ›Heilung‹ mutierter Erbanlagen ist uns erst recht und wahrscheinlich prinzipiell versperrt. Es würde bedeuten, die mutative Struktur- oder Systemänderung peinlich genau rückgängig zu machen, also praktisch eine solche Erbanlage durch eine künstlich ausgelöste ›gezielte‹ Mutation wieder genau in die ursprüngliche, normale zurückzuverwandeln. Nach allem, was wir über die Struktur der Nukleoproteinmuster, die Architektur der idioplasmatischen Organzelle und die Komposition des genetischen Systems gehört haben, dürfte eine solche Hoffnung reine Utopie sein.«

Ähnlich äußerte sich der bekannte Radiologe Dr. *Seelentag:* »Nachdem die Angriffspunkte der Strahlenwirkung sicher komplexer Natur sind und die isolierte Schädigung einer bestimmten Fermentgruppe (vielleicht mit Ausnahme des Warburgschen Atmungsfermentes) nicht evident wurde, kann auch ein eigentliches ›Gegenmittel‹ gegen die Strahlung nicht existieren.«

In manchen Zeitungen sah man schon wieder große Überschriften über das angeblich gefundene Gegengift bei Strontium 90, deshalb ist es richtig, die fachmännische Stellungnahme dazu zu hören:

»Um zu vermeiden, daß eventuell ein zu optimistischer Eindruck

entsteht, muß darauf hingewiesen werden, daß die chronische Zufuhr größerer Mengen hochwirksamer Komplexbildner . . . für den Organismus durchaus nicht gleichgültig ist. Einerseits muß mit einer Verarmung an biologisch wichtigen Spurenelementen gerechnet werden, andererseits wurden wiederholt schon Schädigungen der Nierentubuli (= Nierenkanälchen) bei einer solchen Therapie beschrieben.« *(Langendorff)*

Betrachten wir zusammenfassend die Ergebnisse einer chemischen oder biologischen Vorbeugungs- oder Heilungsbehandlung, so müssen wir zugeben, daß wir ganz am Anfang der Forschung stehen. Es ist zwar in Einzelfällen bei Einsatz aller bekannten Mittel mit zusätzlichem ständig wiederholtem Blutersatz gelungen, geschädigte Menschen länger am Leben zu halten. Jedoch kann man dazu nur sagen: Welcher Einsatz — und was für ein Leben!! Die 23 Fischer aus dem Aschenregen von Bikini, von denen einer starb, sind die ersten Opfer, und sie haben alle ein ganzes Jahr im Krankenhaus zubringen müssen. Sie sind infolge der konzentrierten Bemühungen aller Wissenschaftler wieder so weit hergestellt, daß sie sich anscheinend ins normale Leben einordnen konnten. Vor ihnen liegt eine ungewisse Zukunft, und sie wissen das! Einige haben sogar Kinder bekommen, aber niemand vermag zu sagen, welches ihr Schicksal sein wird, denn das Atomgift läßt sich vom Angriff auf die Erbsubstanz nicht zurückhalten . . .

Eine traurige Bilanz

In manchen Gemeinden unseres Vaterlandes hat sich die schöne Sitte des sogenannten »Schnatganges« erhalten. Man versteht darunter den gemeinsamen Rundgang der Stadtväter entlang der jeweiligen Grenzen und zu den wichtigsten Einrichtungen. Ursprünglich von dem Gedanken ausgehend, daß in gewissen Abständen die Abwehrbereitschaft gegen äußere Feinde kontrolliert werden muß, ist es heute notwendig, zu wissen, ob im Gemeinwesen all diejenigen Institutionen funktionieren, die ein reibungsloses Zusammenleben der großen Menschenansammlungen garantieren. Auch wir sind die Grenzen der Umwelt des Menschen und seiner Möglichkeiten abgeschritten, wir haben in viele Winkel gesehen, und es war leider trotz der Prachtbauten menschlichen Erfindungsgeistes mehr an bedrückenden Einblicken vorhanden, als der unbefangene Wanderer vermuten konnte.

Am meisten muß einen eigentlich beeindrucken, welch Dickicht an unbekannten Tatsachen uns umgibt, und man glaubt sich in die Situ-

ation eines vorwitzigen Eindringlings in den Urwald versetzt, der sich eine schmale Gasse in den Dschungel schlägt, hinter dem sich aber sofort wieder die Lücke schließt. Wir sind in einen Zauberwald geraten und irren planlos in ihm umher. Alle vermeintlichen guten Entdeckungen wurden ohne Rücksicht auf mögliche Folgen und ohne planmäßige Prüfung ausgebaut, wenn sie nur dem Machtbedürfnis oder der Raffgier entgegenkamen. Die Wissenschaft vom Menschen und den für ihn notwendigen Lebensbedingungen ist dabei auf der Strecke geblieben. Man hatte vergessen – und will es auch heute noch nicht einsehen! – daß der Mensch als Organismus in eine organische Umgebung eingebettet ist und daß es Grenzen für ihn als Einzelwesen und als Gesamtheit gibt. Der Mensch, den die Spezialisten zeichnen, ist keine Wirklichkeit. Die schlimmste Erfindung der Neuzeit auf biologischem Gebiet ist der Standardmensch und der Normalverbraucher. Er ist eine in den Maschen der Statistik hängende Karikatur ohne Blut und Leben. Wir können nur deshalb im Bereich des Organischen mit mehr oder weniger genauen Zahlen operieren, weil wir willkürlich Teilkräfte herausgreifen und in Beziehung zueinander setzen. Es fehlt sogar der ernsthafte Versuch einer synthetischen Schau, obwohl man so gern das Wort von der Ganzheit im Munde führt. Die Teilansicht, der Röhrenblick haben zur Konstruktion von Vermutungs- oder Pseudowissenschaften geführt, die die Begrenzung des menschlichen Käfigs deshalb nicht sehen, weil sie gerade zwischen zwei Gitterstäben angespannt nach draußen starren.

Es fehlt noch eine einigermaßen übersichtliche Bestandsaufnahme des auf manchen Gebieten spärlichen, auf anderen aber sehr breiten Wissens um den Menschen. Es fehlen systematische Untersuchungen über die Anpassungsmöglichkeiten an neue Verhältnisse. Es fehlt das nüchterne Nachdenken über die ständige Zunahme kleiner und kleinster Summierungsschäden aus allgemeinen und radioaktiven Zivilisationsschäden. Es fehlt die Einsicht, daß dieses Verschleudern unseres biologischen Kapitals in kleinen Pfennigbeträgen durch die Krämer und großen Verantwortungslosen unserer Zeit in allen Berufen sich ganz bitter rächen wird . . . Das alte Verfahren, erst den Schaden zu ermitteln versuchen und dann Wege für eine zukünftige Vermeidung zu überlegen, ist das dem Postkutschenzeitalter angepaßte Denken. Der Einbruch in die intimsten Schöpfungsbereiche der Natur ist von allen Seiten her derart massiv, daß es mehr als fragwürdig geworden ist, ob sie noch von sich aus imstande ist, eine Heilung herbeizuführen. Weil so lange anscheinend ohne nennenswerte Einbuße aus dem Vollen geschöpft werden konnte, meint man, daß es so weitergehen muß.

Wer anders denkt, wird als Schwarzseher und unbequemer Mahner verlacht, totgeschwiegen oder verfolgt. Aber wir haben uns die Erde nicht unterworfen, wir haben ihr nur tiefe Wunden geschlagen, so wie wir es in unseren Kriegen tun, ohne den Gegner überzeugt und für uns gewonnen zu haben. Der Bogen ist überspannt, weil weiterhin Triebfeder des Handelns nicht ruhig überlegende Vernunft unter Anerkennung der vorgefundenen, natürlichen Begrenzungen ist, sondern ein Wettlauf des Wahnsinns um den größten Atompilz, die schnellste Rakete, den schwersten Satelliten und den weitesten Weltraumflug im Gange ist. Man sondiert den eigenen Planeten mit allen möglichen physikalischen Geräten, man sagt zwar, daß man es um des Menschen willen täte, aber es geht um den Gewinn von neuen Machtpositionen. Das Jahr der Entdeckung des Menschen, und zwar des wirklichen, einheitlichen Gottesgeschöpfes, steht noch aus, man braucht den Menschen wohl auch nicht mehr – er ist unklar und unzuverlässig, all die anderen Dinge dagegen haben ihre fest umrissenen Zwecke.

Was die Biologie nötig hat, ist die — schöpferische Pause. Wenn man sie ihr nicht verschafft, ist der Mensch verloren. Im Gegensatz zu allen früheren Gefahrenzeiten, die man immer so gern als Parallele zum Heute anführt, können wir rein biologisch viele Ursachen des Verfalls erkennen, wenn wir nur die Augen aufmachen wollten. Man streitet sich auch gar nicht so sehr um die Tatsache der Gefährdung, sondern nur noch um ihre Prozentzahlen. Während die einen die Katastrophe als nahe bevorstehend annehmen, verschieben die anderen sie auf die nächsten Generationen. Daraus erwächst uns eine Verantwortung, der wir alle uns zu stellen haben.



II. Teil

Die Naturwissenschaft denkt um

Das Überleben des Menschen wird davon abhängen, ob die Elektronengehirne klug genug sind, ihre Millionstel-Sekunden-Gedanken dem Zeitlupengefüge der Natur unterzuordnen.
Hans Kasper

Das Gefühl für den Eintritt unserer Zeit in ein Endstadium ist heute ziemlich allgemein geworden, und die Verbreitung dieses Bewußtseins ist vornehmlich durch *die* Naturwissenschaftler bewirkt worden, die es durch ihre geistigen Leistungen vorbereiteten. Die Fortschritte der Forschung haben offenbart, »daß im Inneren des Atoms die Grenze für die Anwendbarkeit unserer gewohnten Denk- und Anschauungsmittel liegt« *(Bavink)*.

Wir sind tatsächlich bis an die Grenzen der materiellen Welt gelangt, und alle Versuche, uns eine Vorstellung von den sich dort abspielenden Vorgängen zu geben, müssen scheitern. Das heute unter gebildeten Menschen zur gegenseitigen Verständigung herangezogene Atommodell ist eigentlich längst überholt. Um die Jahrhundertwende schien es eine Revolution zu sein, daß man eigentlich nicht mehr vom Atom, sondern vom Atomsystem sprechen müsse; 1958 erklärte der große japanische Kernphysiker *Yukawa*, daß auch die Teilchen im Atomsystem wieder Systeme in sich selber seien und sich schneller als Licht bewegten.

Die Atomsysteme setzen sich aus Elementarteilchen zusammen, und es ist gelungen, auch diese wieder in den großen Beschleunigungsmaschinen zu zerschlagen. Dabei entsteht das anfänglich gar nicht zu verstehende Phänomen, daß die zertrümmerten Teilchen nicht kleiner sind, sondern wieder als Elementarteilchen angesprochen werden müssen. Erklärbar wird das nur, wenn man die Relativitätstheorie zu Hilfe nimmt, aus der sich ergibt, daß Energie in Masse verwandelt werden kann. »Die Elementarteilchen, denen man mit Hilfe der Beschleunigungsmaschinen eine große kinetische Energie (das heißt Bewegungsenergie) gegeben hat, können eben mit Hilfe dieser Energie, die sich in Masse verwandeln kann, neue Elementarteilchen hervorbringen. Daher sind die Elementarteilchen wirklich die letzten Einheiten der Materie, eben jene Einheiten, in die die Materie bei Anwendung äußerster Kräfte zerfällt.« *(Heisenberg)*.

Diese Erscheinungen kann man nicht mehr mit den Begriffen der sogenannten klassischen Physik beschreiben, hier kann uns nur die mathematische Sprache weiterhelfen, in der wir nicht das Geschehen selbst — das wir ja nur statistisch zu erkennen vermögen — ausdrücken, sondern die Wahrscheinlich- oder Möglichkeit dafür, *daß* etwas geschieht.

Wir erleben ein gespenstisch anmutendes Hell-Dunkel-Geschehen, denn zur gleichen Zeit, da die menschliche Geisteskraft sich in ihren vielfältigen Lebensäußerungen fast gänzlich der Materie überantwortet, verdünnt diese sich in ihren physikalisch-chemisch bloßgelegten Wurzeln zu einer unfaßbaren Wirkungskraft. Was alte Philosophen (unter anderen *Heraklit)* uns deutlich zu machen versuchten, haben moderne Physiker im Experiment unter Beweis gestellt: Es gibt keinen Gegensatz zwischen Sein (Materie) und Geschehen (Energie).

Die Naturwissenschaft ist bei ihren Tiefbohrungen plötzlich auf Schichten gestoßen, in denen die alten Vorstellungen eines mechanischen Weltbildes keine Gültigkeit mehr haben. Die Ursachenforschung ist zwar damit für unser praktisch-tätiges Leben, in der sogenannten »Grobmaterie«, nicht etwa überflüssig geworden, in den Bereichen der Mikrophysik sind jedoch ihre Prinzipien nicht mehr anwendbar.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß diese Ansicht von dem Aufgehobensein des Kausalgesetzes im eigenen Lager der Physiker manche Gegner hat. Das wird um so verständlicher, als gewisse Reaktionen des Atomgefüges und deren statistische Auswertbarkeit lediglich die Erkennbarkeit des ursächlichen Zusammenhanges zu erschweren, es aber nicht grundsätzlich aufzuheben scheinen. *Heisenberg* hat allerdings mit seinen Untersuchungen deutlich gemacht, daß es auch auf physikalischem Gebiet so etwas wie eine nicht vorauszusehende individuelle Wirkungsweise des »Objektes« gibt, die dessen Eigenart entspricht. Man kann deshalb zwar Wahrscheinlichkeitsaussagen auf Grund von Statistiken machen, selbst wenn wir Beobachtungsfehler mit einkalkulieren; es bleibt jedoch ein Unmeßbares bestehen, das dem »Wesen« des Beobachtungsobjektes entspricht. Hier mündet der physikalische Erfahrungsbereich in die Vieldeutigkeit biologischer Erkenntnisse, und die gegenseitige Durchdringung der Probleme wird dabei schlaglichtartig beleuchtet, ohne uns allerdings der Lösung näherzubringen. Damit ist durch die ursprünglich »abtrünnige« Physik ein Anschluß hergestellt zu »dem Teil der Wirklichkeit, der jenseits der materiellen Welt liegt« *(Heisenberg).* Die Natur selbst scheint uns wieder helfen zu wollen, uns richtig in ihrer Größe zurechtzufinden.

Wiederum *Heisenberg* hat darauf aufmerksam gemacht, welche selt-

samen Wandlungen sich bei der Gegenüberstellung der gewöhnlichen Sprache und der wissenschaftlichen Ausdrucksweise ergeben, wenn es darum geht, in der Zeit der Hochspezialisierung mit Worten ein bestimmtes physikalisches Experiment zu erklären. Er kommt dabei zu dem überraschenden Ergebnis, daß die Begriffe der gewöhnlichen Sprache trotz ihrer ungenauen Definition für die Erweiterung des Wissens brauchbarer zu sein scheinen als die sogenannten exakten Begriffe der wissenschaftlichen Sprache, die nur für eine umgrenzte Gruppe von Erscheinungen gültig sind und sich nicht ohne weiteres in anderen Gebieten anwenden lassen.

Nicht nur die wissenschaftliche Sprache hat viele neue Begriffe geprägt, die man in dicken Wörterbüchern nachschlagen muß, auch der Umfang der gefundenen Tatsachen ist unübersehbar. Unter den vielen Bezeichnungen, mit denen man heute unsere Epoche belegt, hat deshalb vielleicht die Gesamtbenennung als »Zeitalter der Inflation« die meiste Berechtigung. In ihr spiegelt sich, wie *W. Röpke* bemerkt, der eigentliche Geist dieser merkwürdigen Zeit, der vom Verfall der Verantwortung, dem »Drauflos-Wachsen« und »Drauflos-Bauen« um jeden Preis bis zur Tyrannei bestimmter Wirtschafts- und Sozialideen reicht.

Es ist nicht verwunderlich, daß bei einem derartigen Sachverhalt ein nicht unerheblicher Teil der Physiker den Drang zum Philosophieren empfunden hat, und kein anderer als der große Niels *Bohr*, dem wir das erste Atommodell verdanken, hat die anscheinende Widersprüchlichkeit in seinen erkenntnistheoretischen Betrachtungen aufgelöst. Man kann das Leben in verschiedenen Abbildern betrachten, man kann ihm mit Experimenten und Statistik zu Leibe rücken, aber je genauer man die Analyse vorantreibt, um so mehr zerstört man, was Leben ist; denn dort, wo die Materie flüchtig wird, taucht die in uns selbst begründete Erkenntnisgrenze auf. Wir stehen in der Natur, sind ein Teil von ihr und können nicht über sie hinwegsehen.

Übertragen auf den Menschen und seine Handlungen bedeutet es die Bestätigung uralter, instinktiv erfühlter Weisheit von der Doppelnatur des Menschen. Er unterliegt den Naturgesetzen und hat doch eine freie Entscheidung in seinem Tun. Wie groß dieser Freiheitsbereich ist, läßt sich nicht messen oder erahnen. Wer ihn ganz zusammenschrumpfen läßt, sieht alles Geschehen als vorbestimmt an und bezeichnet den Gedanken eines freien Willens als eine subjektive Täuschung. Er läßt alles mit sich geschehen, fügt sich in das seiner Meinung nach doch Unabänderliche und kann sich damit jeder sittlichen Verantwortung für sich und seine Mitmenschen entziehen.

Der andere Teil der Menschheit weiß ebenfalls um ein Ordnungs-

prinzip in der von ihm vorgefundenen Welt, fühlt sich aber nicht mechanistisch in ein überdimensionales Uhrwerk eingebaut, sondern glaubt an die Möglichkeit einer verantwortlichen Mitwirkung an der lebendigen und fortwährend sich erneuernden Gestaltung der Welt innerhalb eines größeren menschlichen Freiheitsbereiches.

Man sieht, in welche außerphysikalischen Dimensionen die moderne Forschung uns führt, wenn sie das gleiche Objekt einmal als Korpuskel (= körperliches Teilchen) und einmal als Welle (= Ausbreitungsfeld) beschreibt. Das eine ist so wahr wie das andere, aber auf der Welle entgleiten wir zum Unfaßbaren, Unbestimmbaren, und deshalb halten sich viele gern am Balken der Materie, der ihnen ein trügerisches Gefühl der Sicherheit verleiht.

In unserem immer noch vorwiegend fortschrittgläubigen Zeitalter kann kein besserer Schutz empfohlen werden als ein gesundes Mißtrauen gegen alle diejenigen, die meinen, organisches Leben ließe sich in Zahlenbeziehungen ausdrücken und berechnen. Die Physik hat uns gelehrt, daß es eine abgestufte, sprungweise sich verändernde Energieform gibt, aber sie wird uns auch zukünftig im unklaren darüber lassen, warum die gleiche quantitative Energie sich einmal in der qualitativen Form eines Urgesteines oder des Lichtes, zum anderen in der eines Baumes, Tieres oder des Menschen verwirklicht.

Es gibt eine Anzahl von Physikern, die den persönlichen Mut zu einer Stellungnahme gegenüber einer ins Unheimliche abgleitenden Entwicklung der technischen Welt gehabt haben. Neben einzelnen Stimmen ragt als gemeinsame Willenserklärung das deutsche Göttinger Manifest hervor, dessen Wortlaut als bekannt vorausgesetzt werden darf. So bemerkenswert es ist – die Erklärung selbst betrifft nur das Vordergründige der modernen Verzweiflung: den Atomkrieg. Das eigentliche Dilemma liegt jedoch in der Unbestimmbarkeit der Wirkung aller künstlich erzeugten Radioaktivität, zu welchem Verwendungszweck sie auch immer gedacht ist. Das Kleinste ist das Größte, so bezeugten die Atomexplosionen, und man starrte gebannt in den Feuerschein und auf die tödlichen Giftwolken, vergaß jedoch darüber die unendlichen Heerzüge kleiner und kleinster chemisch-physikalischer Kunstprodukte, die längst im Nahkampf mit der organischen Substanz stehen.

Natürlich hätte sich eine solche Erkenntnis schlecht in den Text eines derartigen Appells einfügen lassen, aber die späteren Äußerungen einzelner Unterzeichner bezeugen, daß wirklich nur die Ablehnung kriegerischer Verwendung der Kernenergie gemeint war.

Heute *wissen* alle Physiker, daß ein Atomkrieg das Massengrab der

Menschheit sein kann. Wie sie sich aber während dieses nun schon Jahre dauernden Ganges am Abgrund entlang verhalten, ist letztlich nicht fachwissenschaftlich bestimmt, sondern eine individuelle Antwort auf die Vision einer Grenzüberschreitung. Allein die Tatsache, daß sie sehr verschieden ausfällt, zeigt, wie wenig festen Boden wir finden, wenn wir meinen, daß ein gemeinsamer wissenschaftlicher Ausgangspunkt zu gleicher Lebensanschauung führen müßte. *Jordan,* der seine Grundhaltung als christlich bezeichnet, hat beispielsweise seine mit Warnungen an die Öffentlichkeit getretenen Fachkollegen bis auf Ausnahmen als »irreligiöse Menschen« bezeichnet. Ihr Fortschrittsglaube sei atomzertrümmert worden, und in einer Art seelischen Zusammenbruches meinten sie nun, durch Gefühlsüberschwang und ein herorisches, ethisches Beispiel die Welt und ihr eigenes Gewissen retten zu können. Seiner Ansicht nach können wir den Nachwirkungen radioaktiver Strahlung sowieso nicht entgehen — »einerlei, ob im Kriege oder Frieden«. Aber für ihn ist »auch schwerstes Unglück eine von Gott uns auferlegte Prüfung«. Er sieht daher nur in der Entwicklung passiver Schutzmöglichkeiten eine Überlebenschance der Menschheit, weil es »einen die Gefahr aufhebenden Prozeß der ethischen Veränderung der Menschheit leider nicht gibt«. So landet er schließlich, nachdem er vorher die »utopischen« Forderungen nach einer Neugestaltung unseres Denkens abgelehnt hat, bei der Empfehlung der in der Öffentlichkeit viel diskutierten »Maulwurfstädte«, wo technische Einrichtungen dem Menschen unter der Erde ein Vegetieren trotz radioaktiver Verseuchung ermöglichen sollen.

Das allerdings muß man in seiner *biologischen* Absurdität als eine Utopie bezeichnen. Derart eingeschworene Fortschrittsfanatiker um jeden Preis schwelgen — wie öfter zu beobachten — in technischen Phantasien ungeheuren Ausmaßes und vergessen dabei völlig die Belastungsfähigkeit des Menschen und seiner organischen Umwelt. Es geschieht bemerkenswerterweise fast im gleichen Augenblick, da man auf ethischem Gebiet den Menschen für unwandelbar erklärt und diejenigen Utopisten nennt, die in diesem heillosen Wirrwarr die Vernunft anzusprechen versuchen. *Oppenheimer,* der als erster Direktor der Versuchsbombenstation in Los Alamos eine genaue Kenntnis der großen Vernichtungswaffen gewinnen konnte und dem man seine hohe menschliche Verantwortung nicht glauben wollte, hat besonders stark die Notwendigkeit zur sittlichen Einkehr empfunden. Neben seinen Veröffentlichungen auf den Grenzgebieten zwischen Atomkraft und menschlicher Freiheit ist Rede und Gegenrede in dem Prozeß vor dem höchsten amerikanischen Richter ein Lehrbeispiel für die Auseinander-

setzung eines modernen Wissenschaftlers mit einer Zukunft, in der die sittliche Kraft der Menschheit für ihr Dasein entscheidend sein wird. »Jedenfalls haben in einem sehr allgemeinen und zugleich sehr besonderen Sinn, den keine Kaltschnäuzigkeit, kein Humor, keine großen Worte zu übertünchen vermögen, die Physiker erfahren, was Sünde heißt, und diese Erfahrung ist unverlierbar.« *Oppenheimer* hat das beunruhigende Gefühl einer Mitverantwortung gepackt, er wird erdrückt von dem Gedanken, daß wir uns mit Windeseile einer Auflösung nähern, da »die Welt zwangsläufig und in steigendem Maße einen zutiefst unorganischen Charakter annimmt«. Er hat es auch an anderen Stellen ausgesprochen, wie sehr er von der Sorge verzehrt wird, daß in unserer Zeit, die weitgehend von einer hochgezüchteten Wissenschaft geprägt ist, Staatsmänner und Wissenschaftler geradezu stolz darauf sind, daß sie von solchen »Abseitigkeiten« nichts verstehen. »Jetzt wurde der Physiker ein Instrument der Wirtschaft, welcher die Ergebnisse seiner geistigen Arbeit gehörten, er konnte über sie nicht mehr wie früher frei verfügen. Die wissenschaftliche Leistung wurde ein Handelsobjekt.« *(Gerlach).*

Immerhin zeigt die in den letzten Jahren sich verstärkende Auseinandersetzung in der Öffentlichkeit, daß im Bewußtsein des Volkes der Kredit der Wissenschaft noch nicht ganz verlorengegangen ist.

Die Orientierungsmöglichkeit des Durchschnittsmenschen ist begrenzt, oft sogar ausgesprochen schlecht. Deshalb verlassen sich die meisten auf die Aussagen ihrer in der Wissenschaft tätigen Mitbürger. Wenn diese sich jedoch gegenseitig in Dingen widersprechen, bei denen anscheinend objektiv faßbare Tatbestände vorliegen, so entsteht dadurch eine verwirrende Situation. Bei den Physikern sind die Erklärungen über eine Weltvernichtungsgefahr bei Ausbruch eines Atomkrieges bis auf ganz wenige Stimmen einmütig. Bereits in der Frage, ob Versuchsexplosionen vertretbar sind, gehen die Meinungen schon sehr viel weiter auseinander.

Ein erregendes Gespräch mit einem Nobelpreisträger bleibt mir in unvergeßlicher Erinnerung. Er verurteilte den Atomkrieg, hielt aber die Versuche für notwendig. Mein Einwand, daß jede Explosion Menschenleben fordere, wurde mit dem Hinweis abgetan, daß jede neue technische Entwicklung Opfer gefordert habe, dafür sei in jüngster Zeit der steigende Verkehr mit seinen Unfallziffern ein eindrücklicher Beweis. Durch diese Bemerkung wurde sofort klar, daß man sich trotz gleicher Muttersprache nicht verstand. Natürlich gibt es zahlreiche Verkehrstote und Krüppel, aber wir können die Schäden in gewissen Grenzen halten, und ein Verletzter mit einem Arm oder einem Bein

kann immer noch gesunde Kinder zeugen. Außerdem gibt es Gegenden, in denen infolge ihrer Abgelegenheit der Auto- oder Eisenbahnverkehr praktisch keine Todesursache darstellt. Für die radioaktive Verseuchung gibt es auf der ganzen Welt keine Schlupfwinkel, und ihre Erbfolgen habe ich ausführlich dargestellt. Obwohl die Physiker in ihrem Fach die alles bisher Dagewesene übertreffende Energie der kleinsten Systeme kennengelernt haben, gelingt ihnen nur zögernd und nur in Einzelfällen die gedankliche Übertragung auf die biologischen Verhältnisse.

Sie schätzen die Belastungsfähigkeit des Organismus im allgemeinen zu hoch ein. Es gibt nur einige wenige Stimmen aus dem physikalischen Lager (*Pauling, Bechert* und andere), die darauf verweisen, daß die äußere Unversehrtheit biologischer Substanz ein Trugbild sein kann und die weltweite Ausbreitung schädigender Stoffe jede Vorausberechnung einer Verträglichkeitsgrenze praktisch unmöglich macht.

Daß auch der tätige Reaktor, der ungenügend beseitigte Atommüll große Gefahren birgt, ist allen Physikern geläufig. Fast ohne Ausnahme sind sie allerdings von der Möglichkeit einer Kontrolle der damit verbundenen Gefahren überzeugt. Man hätte ihnen vielleicht folgen können, wenn es gelungen wäre, den Reaktorbau mit seinen gefährlichen Abbauprodukten auf ganz wenige internationale, völlig einsam gelegene Forschungszentren zu beschränken. Die im biologischen Teil beschriebene Ausbreitung der Kernenergie analog den anderen Zivilisationsschäden — nur mit wesentlich nachhaltigeren Folgen — läßt eine solche optimistische Auffassung nicht mehr zu und kann nur dazu dienen, auch noch die allerletzte Chance zu versäumen! Man kann es in einem etwas gewagten Vergleich anschaulich so sagen: Der Menschheit, als Gesamtorganismus gesehen, drohen zwei große Gefahren, von denen es zweifelhaft scheint, welche man mehr fürchten muß. Die Erkältungskrankheit der Atomexplosion kann beim Umschlag in die hochfieberhafte Lungenentzündung des Atomkrieges ebenso zum Tode führen, wie sich auf dem Boden des chronischen Katarrhs durch die sich summierenden Zivilisationsschäden einschließlich der Atomenergie das unmerklich beginnende tödliche Siechtum eines Reizkrebses zu entwickeln vermag. Es können sich aber wie beim Einzelmenschen auch beide Krankheiten überschneiden und von verschiedenen Ansätzen her das Ende herbeiführen. Die Berechnung des Risikos für organisches Leben bei der heutigen technischen Belastung ist von der physikalischen Seite her nicht möglich. Insofern ist die Physik lediglich als Hilfswissenschaft aufzufassen, obwohl sie längst im allgemeinen Gewand der Technik eine Tyrannenherrschaft ausübt. Es ist

die Frage unserer Existenz, ob es gelingt, an Hand der wirklich großartigen Erkenntnisse der Atomphysik Einsichten für das organische Geschehen und seine Verletzlichkeit zu gewinnen und diese Erkenntnisse in der Praxis durchzusetzen.

Biologie - ein unbekanntes Ordnungsgefüge

Jede, auch die exakteste Vorstellung, ist ein Herausgestelltes. Als ein Herausgestelltes ist sie ein wesentlich anderes als das innerlich Lebendige, und von jeder gilt, wie vom Spiegelbild des Narziß, daß dem, der sich mit ihr identifiziert, seine eigene Wirklichkeit abhanden kommt. Jede Identifizierung des Innerlichen mit Herausgestelltem entäußert und entfremdet. *Graf H. Keyserling*

Die Brücke von der Physik zur Biologie ist bisher schmal, unsicher; ist bestenfalls eine primitive Hängebrücke und wird getragen von der viel zu kleinen Gemeinschaft der Biophysiker und -chemiker. Auch unter ihnen gibt es Zweifel, Streit und weltweite Auseinandersetzungen, Zeichen einer völligen Unsicherheit. Wer von ihnen mehr von der »Objektivität« der Physik gefangen ist und seinen Forschungsauftrag nur in dem Anhäufen fragwürdiger Zahlenbeziehungen sieht, wird dem Wesen des Lebendigen nicht gerecht. Er muß sich natürlich im Gegensatz zu denen finden, die zwar keineswegs die erforschbare Einzelheit verachten, sich aber den Blick für die unübersehbare Vielfalt organischer Abläufe und Zusammenhänge offen gehalten haben. Nur auf einem solchen geistigen Boden ist Verständnis dafür vorhanden, daß der moderne technische Angriff auf alle Organismen die Gesamtharmonie schon zu einer Zeit tödlich gefährdet, in der wir wissensmäßig noch nicht über unvollständige, unsystematisch erarbeitete Teilkenntnisse hinausgelangt sind.

Wir haben uns früher mit dem so schwer durchschaubaren Ablauf des Wettergeschehens befaßt, — das ja in vieler Hinsicht entscheidende Wichtigkeit für die Existenzbedingungen organischen Lebens besitzt. Es birgt in sich viele physikalisch erfaßbare und meßbare Einzelfaktoren. Kaum ein Meteorologe zweifelt an dem Kausalprinzip, das heißt der prinzipiellen Möglichkeit der Vorausberechnung des sich anbahnenden Wetterablaufs. Trotzdem muß *Faust* einräumen, daß eine hundertprozentige Vorhersage für alle Zeiten ein Wunschtraum bleiben wird, weil ein undefinierbarer Rest von etwa 10—20 Prozent immer übrigbleibt. Mengenmäßig gesehen mag das unbedeutend sein, im Hinblick auf die Qualität — das bedeutet in diesem Falle die Erscheinung des Wetters — kann gerade dieser Rest alle anderen sorgfältigen Überle-

gungen zunichte machen. *Faust* selbst bringt in diesem Zusammenhang das einfache, aber um so eindrucksvollere Beispiel von dem im Wasserfall schwimmenden Holzstückchen, dessen Treibbewegung absolut physikalischen Gesetzen folgt, bei dem es jedoch unmöglich ist, die jeweiligen Ortsveränderungen exakt vorauszusehen und zu bestimmen. Man setze für das Holzstück irgendein lebendiges Wesen ein und wird verstehen, daß sich damit sogleich durch dessen eigenständige Reaktion die Voraussagemöglichkeit weiter verschlechtert (vgl. *Kötschau*).

Professor *Portmann*, Zoologe und hervorragendster Vertreter der Bedeutungslehre in der Biologie, drückt es so aus:

»Der Entwicklungsphysiologe, der die Wirkung eines experimentellen Eingriffs prüft, der Genetiker, der einen Letalfaktor in seiner Verflechtung im Erbgeschehen analysiert — sie wissen beide, daß sie in einem Ordnungsgefüge von unbekannter Vorgeschichte arbeiten. Sie operieren nicht mit Endursachen, aber sie forschen im Wissen darum, daß die kausal-analytisch dargestellten Einzelvorgänge nur durch momentanes Absehen von ihrer Eingliederung den Charakter physikalisch-chemischer Ergebnisse haben.«

Noch deutlicher hat schon im vorigen Jahrhundert einer der großen deutschen Physiologen die Grenzen des Naturerkennens gezogen. Es war *Du Bois-Reymond*, der den Begriff der »astronomischen Kenntnis« prägte. Er wollte damit seine hohe Achtung vor der Astronomie ausdrücken, der es gelungen ist, die verschiedenen Bewegungen der Gestirne außerordentlich exakt vorauszusagen. Heute weiß man durch die systematische Himmelsbeobachtung mit den Riesenfernrohren noch genauer, daß alle Sternsysteme, die teilweise 10 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sind, keine chaotischen Wirbel darstellen, sondern von einer wunderbaren Ordnung beherrscht werden. All das vermögen wir festzustellen, gegenseitig zu berechnen und sogar die chemischen Vorgänge der Sonnenexplosionen zu erkennen, ohne daß uns dabei die Triebfähigkeit dieser Weltenordnung, dieses Zusammenspiels verständlich werden. Genauso unbestimmbar bleibt der menschliche Geist, selbst wenn uns alle Drüsen-, Muskel- und Nervenvorgänge durchschaubar würden:

»Und es wäre natürlich ein hoher Triumph, wenn wir zu sagen wüßten, daß bei einem bestimmten geistigen Vorgang in bestimmten Ganglienkugeln und Nervenröhren eine bestimmte Bewegung bestimmter Atome stattfinde. Es wäre grenzenlos interessant, wenn wir so mit geistigem Auge in uns hineinblickend, die zu einem Rechenexempel gehörige Hirnmechanik sich abspielen sähen wie die Mechanik einer Rechenmaschine; oder wenn wir auch nur wüßten, welcher Tanz von

Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff-, Phosphor- und anderen Atomen der Seligkeit musikalischen Empfindens, welcher Wirbel solcher Atome dem Gipfel sinnlichen Genießens, welcher Molekularsturm dem wütenden Schmerz beim Mißhandeln des Nervus trigeminus entspricht.

Was aber die geistigen Vorgänge selber betrifft, so zeigt sich, daß sie bei astronomischer Kenntnis des Seelenorgans uns ganz ebenso unbegreiflich wären wie jetzt. Im Besitze dieser Kenntnis ständen wir vor ihnen wie heute als vor einem völlig Unvermittelten. Die astronomische Kenntnis des Gehirns, die höchste, die wir davon erlangen können, enthüllt uns darin nichts als bewegte Materie. Durch keine zu ersinnende Anordnung oder Bewegung materieller Teilchen aber läßt sich eine Brücke ins Reich des Bewußtseins schlagen.

Nur über gewisse innere Bedingungen des Geisteslebens, welche mit den äußeren durch Sinneseindrücke gesetzten etwa gleichbedeutend sind, würden wir unterrichtet sein, nicht über das Zustandekommen des Geisteslebens durch diese Bedingungen.«

Weiter sagt *Du Bois-Reymond:* »Ob wir die geistigen Vorgänge aus materiellen Bedingungen je begreifen werden, ist eine Frage ganz verschieden von der, ob diese Vorgänge das Erzeugnis materieller Bedingungen sind. Jene Frage kann verneint werden, ohne daß über diese etwas ausgemacht, geschweige denn auch sie verneint würde.«

Welch weites Feld für die Forschung, welch bescheidene Aussage! Aber dies weite Feld ist ja bisher überhaupt erst in ganz kleinem Ausmaß beackert, so daß der gläserne, der durchsichtige Mensch, dessen gesamte Reaktion wir beobachten könnten, heute keine geringere Zukunftsutopie als damals ist. Nicht einmal das kleinste Infusorium (= Wimpertierchen) ist uns in allen seinen Lebensäußerungen physikalisch-chemisch erfaßbar. Nobelpreisträger Professor *Staudinger* hat bei seiner Beschäftigung mit den Fragen der Chemie für das Lebensproblem rein rechnerisch nachgewiesen, daß die zahlenmäßige Kombination von Eiweißkörpern so gewaltig ist, »daß jedes Lebewesen, das auf der Erde existiert oder früher existiert hat, seine eigenen Eiweißmoleküle besitzen kann, die nur einmalig vorkommen«. Wir sind nach seiner Meinung auch hier an der Grenze, »an der naturwissenschaftliche Betrachtung aufhört und der Glaube jedes einzelnen einsetzen muß, um mit dem Lebendigen, das er in sich fühlt und das er bei den lebendigen Wesen erkennt, sich auseinanderzusetzen«.

Sicher wird sich manches — jetzt unübersteigbare — Hindernis als ein Scheinproblem für spätere Generationen entpuppen, aber die Wissenschaftler selbst haben durch ihre beispiellose Detailforschung ge-

zeigt, welcher Art unsere Horizontbegrenzung ist. Immer wieder gelingt es uns, durch geistige Klimmzüge an jeweils einem anderen Ort einen Blick über die Bretterwand zu werfen, aber dahinter verschwimmt die Unendlichkeit vor unseren Augen. So glaubte man zum Beispiel, durch das Sichtbarmachen sogenannter »Regelvorgänge« in der Biologie endlich der Natur hinter ihre Schliche gekommen zu sein. Aber wieder war es nur ein weites Tal von erstaunender Fruchtbarkeit. Die allzu hoch gespannten Erwartungen mußte der Physiologe Professor *Schaefer* jedoch dämpfen:

»Ein Blockschaltbild ist vielmehr die Zweckbeschreibung eines Systems, die zugleich die Stellen aufzeigt, an denen die Zwecke reguliert werden, nicht die Methode, wie diese Regulierung erfolgt. Es ist das Gerüst eines Modells, das den Willen eines Konstrukteurs enthält . . . Regelvorgänge können zwar rein mechanisch funktionieren, wenn einmal der Regler gebaut ist. Aber wer baut ihn im lebenden Organismus?«

Auch Nobelpreisträger Professor *Spemann* war bei seinen Forschungen über die Teilungsvorgänge bis an die Grenze vorgestoßen, wo ein »Organisator«, eine uns nicht faßbare Wirkungskraft, den Bauplan des zukünftigen Pflanzen- oder Tierkörpers in sich trägt und ihn verwirklicht. Warum aber entwickelt sich gerade das eine Mal ein Hase, das andere Mal ein Pferd, eine Pflanze, ein Einzeller — kurz woher kommt die große Vielfalt? — Ach, wird man sagen, wie bürgerlich denkt dieser Mensch! Er bleibt auf halbem Wege stehen, wir Fortschrittsbiologen sind dabei, die Natur selbst zu überflügeln, wir sind auf dem Wege zum Übermenschen, wir gestalten eine neue Art, wir regeln und beeinflussen die Fortpflanzung, wir bauen eine menschliche Welt!

Und verbissen sitzen sie über ihren Retorten, verpflanzen die Gewebe von einem Tier auf das andere, beeinflussen die Entwicklungsvorgänge der Einzelwesen mit den verschiedensten Hormonen, beweisen die Zeugungsmöglichkeiten ohne Mann und träumen von den ersten künstlichen Lebewesen. Unversehens ist damit die Biologie zu einer gefährlichen Wissenschaft geworden, ihre Erfolge für die Medizin sind nur eine Nebenerscheinung. Wir sind sicher nicht weit davon entfernt, neben der bereits praktisch erprobten künstlichen Samenübertragung auch genaue Methoden der Geschlechtsvorbestimmung zu erarbeiten. Zwei sowjetische Wissenschaftler *(Koltzoff* und *Schräder)* haben solche Versuche anscheinend schon erfolgreich beendet.

Der schon mehrfach erwähnte Erbforscher *Muller* meint dazu: »Wir sind jetzt vor die Frage gestellt, ob die Entwicklungsvorgänge nicht eines Tages sich dem menschlichen Willen weitgehender beugen müssen,

als man es sich bisher vorstellen konnte. Wenn selbst eine Ameise durch besondere Behandlung ihrer Larven bestimmen kann, ob daraus eine Königin, ein Soldat oder ein Arbeiter wird — müssen wir dann nicht annehmen, daß der Homo sapiens auch Mittel finden wird, um all seine potentiellen Königinnen und seine präsumtiven Soldaten in Arbeiter umzuwandeln?«

Triumphierend verkündet der Leiter der biologischen Abteilung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, *Engelhardt:* »Die naiven Vermutungen der Vitalisten, daß in den Organismen geheimnisvolle, unerkennbare Lebenskräfte wirken, sind überholt und vergessen.« Er ist überzeugt, daß in fünfzig Jahren der »biologische Kode« der Erbanlagen gelöst ist und nicht nur gelesen, sondern praktisch gehandhabt werden kann. »Von diesem Augenblick an wird der Mensch vollkommen Herr über die lebende Natur sein!«

Die sozialen Folgen solcher Maßnahmen sind unübersehbar, und man steuert in diese Dinge hinein, bevor man beispielsweise sich nur einigermaßen Klarheit geschaffen hat, welcher Art die biologischen Bedingungen für bestimmte geistige oder moralische Begabungen sind. Allerdings wird das in einem Ameisenstaat nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Es ist bisher nicht untersucht, ob es uns mit diesem gewaltsamen Eingreifen in planvolle Formgestaltung nicht nur gelingt, die äußeren Geschlechtsmerkmale zu verändern, sondern auch die geistige Struktur. Die frühembryonale Beeinflussung ist imstande, dem Keimling ein Geschlecht aufzuzwingen, das seinem durch Erbanlage festgelegten entgegengesetzt ist. Es ist völlig unklar, welche Konfliktsituation organischen Lebens damit ausgelöst wird, denn man kann es nicht von der Hand weisen, daß der Mensch mit dieser Erkenntnisfrucht sichtbar die Axt an die Wurzeln seines Seins gelegt hat.

Ähnlich verhält es sich mit den künstlichen Erbänderungen durch ionisierende Strahlung, chemische Gifte und andere Methoden. Abgesehen von den bereits geschilderten Konsequenzen hat der Mensch die ersten Schritte getan, um zumindest äußerlich — bisher weitgehend ungezielt — neue, bis dahin unbekannte Formen zu schaffen. Über die mögliche geistige Struktur bei solchen künstlich umgestalteten Wesen läßt sich überhaupt noch keine Aussage machen. Wir sollten uns allerdings mit aller Intensität diesen Schicksalsfragen zuwenden; denn die Menschheitsgeschichte lehrt, daß einmal gefundene Erkenntnisse selbst dann angewandt werden, wenn mit ihnen eine große Gefahr verbunden ist.

Mehrfach wurde betont, daß die analytische Arbeitsweise beacht-

liche Teilerfolge zu verzeichnen hatte und hat. Ihre Vorstöße in Gebiete, wo nicht nur die Würde des Menschen, sondern seine ganze Existenz auf dem Spiele steht, offenbaren, wie gefährlich sie werden kann.

Am schlimmsten ist dabei die Tatsache, daß durch die intensive Beschäftigung mit analytisch-statistischen Methoden vielen Naturforschern das Gefühl für die Qualität des Einzelgeschehens genommen worden ist. Sie werfen die Netze ihrer statistischen Punkt- und Meßbewertungen nicht nur über den Beobachtungsbereich belebter Materie, sondern versuchen uns davon zu überzeugen — leider mit zunehmendem Erfolg! –, daß wir aus der Häufigkeit eines sich wiederholenden Ereignisses auf dessen Qualität schließen können. Die statistische Häufung bestimmter Vorgänge wird zum Ausgangspunkt für die Aufstellung des Begriffes vom »Normalverhalten«. Alles wird einer solchen Prüfung unterzogen, ganz gleich, ob es sich um die Verträglichkeit eines Arzneimittels oder um die Beurteilung für die Hintergründe menschlicher Triebkräfte handelt.

In der Besprechung statistischer Fragen wurde hervorgehoben, welch eine weite Ausdehnung der biologische Normalbereich bekommt, wenn man wirklich in ihn 95,5 Prozent aller beobachtbaren Variationen hineinnimmt. Gerade diese Ausweitung beweist die Unbestimmbarkeit organischer Reaktionen und die Fragwürdigkeit der Bedeutung für das praktische Handeln. Wir erhalten keine Antwort auf die Frage nach Sinn und Zweck der abgestuft unterschiedlichen Reaktionsweisen.

Derartige Erörterungen wissenschaftlicher Arbeitsmethodik hätte man vor einigen Jahrzehnten noch als unwichtig für das Menschheitsschicksal abtun können. Heute hat sich die Allgemeinheit schon daran gewöhnt, daß ihr alle neuen, biologisch wirksamen Substanzen (Konservierung, Arzneimittel, Abgase, Abwässer) mit Hinweisen auf »normale« Mittelwerte zugemutet werden. Stillschweigend wird damit unbedenklich mindestens ein Drittel anders reagierender Menschen außer acht gelassen. Solange das abseitige Gebiete betraf und unsere gesamte Umwelt noch weitgehend natürlichen Charakter trug, blieben genügend Ausweichmöglichkeiten. Inzwischen haben die künstlich erzeugten und verwendeten Stoffe in der Industrie zahlenmäßig einen Umfang angenommen, der jede sorgfältige Vorprüfung seiner Wirkung auf organisches Leben unmöglich macht. Es ist daher gar nicht verwunderlich, daß die krankmachenden Eigenschaften dieses oder jenes Mittels, das plötzlich in unserer Zivilisation auftaucht, rein durch Zufall entdeckt und bekannt werden.

Dieser Prozeß der Vernachlässigung biologischer Bedingungen des Lebens hat ein äußerst gefährliches Stadium erreicht. Die Menschheit

verhält sich insgesamt in dieser Situation nicht viel anders als die bekannten unruhevollen Menschentypen, die man allgemein als »Manager« bezeichnet. Über Arbeitseifer, Macht- und Geldgier vergessen die sonst so klugen Erfolgsmenschen, daß sie aus zerbrechlichem, organischen Material gefertigt sind. Fassungslos stehen sie plötzlich dem Ereignis eines völligen physischen Zusammenbruches gegenüber. Selbst wenn das überstanden ist, bedarf es häufig aller zusammengerafften Mittel, um das Siechtum für den Rest des Lebens erträglich zu gestalten.

Wir lesen schon heute theoretische Abhandlungen über die Lebensmöglichkeiten des Menschen bei der Weltraumfahrt, wir sind jedoch bis jetzt nicht einmal so weit in unseren Kenntnissen menschlicher Lebensbedingungen auf der Erde gediehen, daß wir imstande wären, den Begriff der »Gesundheit« genau zu definieren. Vom Weltärztebund wurde die Gesundheit als »völliges geistiges, körperliches und soziales Wohlbefinden« bezeichnet. Diese Begriffsbestimmung ist deshalb trügerisch, weil das Freisein von Krankheitserscheinungen noch keineswegs Gesundheit bedeutet. Nobelpreisträger *Carell* hat daher unterschieden zwischen einer natürlichen und künstlichen Gesundheit, wobei die Natürlichkeit in der höchstentwickelten Anpassungsfähigkeit des Einzelwesens gegenüber wechselnden Umwelteinflüssen zu sehen ist. Gerade das geht aber dem immer mehr verweichlichten modernen Menschen ab. Niemand kann zur Zeit genau voraussagen — und die wissenschaftliche Bearbeitung dieser Frage ist beschämend gering –, was wir der Gesamtheit bis zu einem Zusammenbruch noch zumuten können. Die größte Erschwerung bei der Erörterung einer so lebenswichtigen Angelegenheit entsteht dadurch, daß der Qualitäts- oder Wertbegriff sich von biologischer Sicht her so viel Verfälschungen und Umdeutungen gefallen lassen mußte, so daß man sich bei der Diskussion darüber gegenseitig gar nicht mehr versteht.

Es ist früher erörtert worden, was der moderne Mensch an ihm weitgehend unbekannten Belastungen über sich ergehen lassen muß. Er bekommt aber nur eine bestimmte Grundsumme an Anpassungsenergie von der Natur mit *(Selye)*. Danach gleicht »die Lebenskraft einem Bankguthaben, das man durch Entnahme verbrauchen, aber nicht durch Einlagen erhöhen kann«. Jede Belastung hinterläßt eine unauslöschliche Narbe.

Obwohl wir weder für das Einzelwesen noch für die Menschheit die Höhe des uns zugeteilten Guthabens kennen, verhalten wir uns wie größenwahnsinnige Angeber, die mit vollen Händen das ihnen anvertraute Kapital verschleudern.

Selbst die ursprünglich zum besseren Verständnis menschlicher Verhaltensweisen entwickelten Methoden psychologischer Forschung hat die Wirtschaft an sich gerissen, um auf ihre Weise Nutzen daraus zu ziehen.

»Früher richteten die Sozialwissenschaftler ihr Augenmerk auf die irrationalen Formen menschlichen Verhaltens, weil sie deren sozialen Ursprung bestimmen und auf diese Weise imstande sein wollten, Änderungen anzuregen, die ein vernunftsmäßiges Verhalten bewirken würden. Heute untersuchen sie die Vernunftwidrigkeit — und andere Seiten des menschlichen Verhaltens –, um Aufschlüsse zu erlangen, die von den Marktschaffern zur Manipulierung des Verbrauchers benutzt werden können.« *(Packard).*

Mit Hilfe der Tiefenpsychologie und ihrer Methoden versucht man eine Verformung und Beeinflussung des Geistes, und die dabei erzielten unzweideutigen Erfolge machen erschrecken. Wieder ist damit ein anderer Zweig der Biologie an einer Grenzscheide angelangt, deren Überschreitung uns weniger vor technische als vor moralische Fragen stellt. Die Beeinflussungsmöglichkeit des Menschen wird schon heute nicht nur für wirtschaftliche, sondern auch politische Ziele ausgenutzt, und es graust einen vor dem Gedanken einer weiteren Vervollkommnung dieser Technik in den Händen skrupelloser Machtmenschen.

Die Tiefensteuerung des menschlichen Verhaltens scheint sich aber noch auf andere mechanische Weise durchführen zu lassen. Die Biophysiker haben Verfahren entwickelt, um mit Hilfe von verhältnismäßig leicht am Kopf anzubringenden Elektroden elektrische Impulse an das Gehirn zu geben und die Sinneswahrnehmungen zu verändern. Es gibt bereits »fortschrittsfreudige« Ingenieure, die davon träumen, alle unerwünschten Eigenbrötler durch Staatskontrolle mit Impulssendern in das Massenniveau eines Ameisenstaates einzuordnen. Man soll nicht glauben, daß es sich hier nur um Hirngespinste krankhaft ehrgeiziger Menschen handelt! In dem Interview mit dem französischen Biologen *Rostand* hören wir:

»Wir können beim Tier — und ebensogut beim Menschen, wenn wir wollten — Begierden, Bewegungen und Gefühle hervorrufen. Selbst wenn man an eine Transzendenz der Seele glaubt, muß man zugeben, daß die Seele von materiellen Mitteln Gebrauch macht, auf die wir materiell einwirken können. Auch diejenigen, denen es widerstrebt, im Menschen eine Maschine zu sehen, können nicht leugnen, daß er wenigstens teilweise eine Maschine ist und infolgedessen beliebig bewegt und gelenkt werden kann. Kurz, welchen philosophischen Ansichten man auch huldigt — man muß beim Menschen auch das Materielle

und Maschinelle berücksichtigen, und wie wir wissen, gibt die Wissenschaft dieses Materielle und Maschinelle täglich mehr unserer Willkür anheim.«

Die Technik greift sichtbar biologische Substanz an. Wenn es bereits geschehen konnte, daß von Staats wegen Sterilisierungen von Männern und Frauen zur Verhinderung unerwünschten Nachwuchses angeordnet wurden, wird man keine Hemmungen haben, im Bedarfsfall die Steuerungselektroden anbringen zu lassen...

Man strebt auch für den Menschen das mehrfach kritisierte »Normalverhalten« an, das heißt ein Verhalten, das kein Ausbrechen aus den Normen gestattet, die von anonymen, niemandem sich verantwortlich bekennenden Gremien festgesetzt werden. Schon jetzt findet man bezeichnenderweise im Schrifttum kurz und knapp die Feststellung: »Normalität ist Einordnung ins Gewöhnliche« *(Baldwin)*.

Der Arzt und Psychiater *Weilgart* macht in seiner Untersuchung über das »Normalverhalten« im Atomzeitalter sehr klar, wie sich die Vorstellung davon allmählich durch die Zuhilfenahme der Statistik (zur Prüfung, wieviele Menschen sich so oder so verhalten) verändert, so daß »der Begriff selbst schließlich (unter Aufgabe der ethischen Verantwortlichkeit) zu einem rein statistischen Begriff wurde, der aber nun selbst seinerseits wertendes Gewicht annimmt«. Es begegnet uns hier wiederum ein technisches »Monster«, das in Gestalt der Elektronenrechenmaschine die Karteikarten auswertet und »was alle denken und tun« als richtig und erstrebenswert festlegt. Das Individuum hat sich einzupassen, denn die Majorität hat immer recht. Wie aber, fragt *Weilgart*, wenn die Gemeinschaft oder Gesellschaft selbst entartet, krank oder verrückt würde und ihre jahrtausendealten Gewohnheiten einer durch eine atomare Erfindung geänderten Weltlage plötzlich nicht mehr entsprechen sollten?

Die Entwicklung zum Gruppenmenschen — zum Kollektiv — hat die Sucht ein »normales« Verhalten an den Tag zu legen verstärkt. Da das aber meist nicht ohne eine Vergewaltigung und Verleugnung der eigenen Persönlichkeit möglich ist, sehen viele Kritiker — unter ihnen auch der Amerikaner *Whyte* in seinem bekannten Buch »Herr und Opfer der Organisation« — darin eine ernste Gefahr zur Erzeugung von echten Neurosen. Er sagt dazu: »Es ist schwierig zu lernen, mit unseren Unzulänglichkeiten zu leben, und wir haben es nicht nötig, uns durch ein falsches Ideal von Mittelstandsanpassung noch elender zu machen. Anpassung an was? Niemand weiß das wirklich — und die Tragödie ist, daß die Leute nicht begreifen, daß die anderen Leute, die so zuversichtlich aussehen, es auch nicht wissen.«

Tatsächlich ist eine auf statistischen »Wahrheiten« aufgebaute Weltanschauung, in der das Einzelwesen als Minus- oder Plusvariante ein Mauerblümchendasein führt, unrealistisch.

Obgleich das Individuum tagtäglich in seiner Unberechenbarkeit durch die Netzmaschen der Statistik schlüpft, ist es »der eigentliche Wirklichkeitsträger, das heißt der *konkrete* Mensch, im Gegensatz zu dem nicht *wirklichen* Ideal- beziehungsweise Normalmenschen, auf den sich die wissenschaftlichen Aussagen beziehen.«

Für diesen gar nicht existenten »Normalmenschen« werden materielle und soziale Großplanungen vorgenommen, wobei vergessen wird, daß, psychologisch betrachtet, ihr Einfluß auf Glück oder Unglück der Menschen erheblich überschätzt wird. Das Unbewußte führt genau wie das Einzelwesen ein verachtetes und unterdrücktes Dasein. Das löst nicht nur bei diesem, sondern, wie die moderne Welt zeigt, ebenfalls in der Gesellschaft neurotische Krankheitssymptome aus. Es ergibt sich eine Spaltung des Bewußtseins, das einerseits sich selbst im Vergleich zu seiner Umwelt betrachten kann, sich andererseits in seinen psychischen Reaktionen ein Geheimnis bleibt.

Solange echte Glaubensinhalte Ausgleich und Harmonie herzustellen vermochten, war die Anfälligkeit des einzelnen nicht allzu stark. Für die großen Massengesellschaften war daher seine Entwurzelung Vor- und Mitbedingung. Seitdem die Kirchen aus dem Stadium der Einzelkämpfe in den Status von Massenorganisationen übergegangen waren und die Argumente für ihre moraltheologischen Überlegungen von staatlichen Naturwissenschaftlern unterbauen ließen, mußte die Glaubwürdigkeit ihrer Aussage immer mehr leiden.

Aus diesen und anderen, hier nicht zu erörternden Gründen, ist es zu der schwerwiegenden Spaltung zwischen Glauben und Wissen gekommen und der Mensch, unsicher gemacht in seinem Urteil über sich selbst und der Welt gegenüber, sucht seine Bestätigung in den Massenvereinigungen zu finden, wo das allgemeine statistische »richtige« Verhalten ihm ein Surrogat statt echter Persönlichkeitsbildung anerzieht.

Diese freiwillig-unfreiwillige Auslieferung eigenen Wesens beschwört aber die Gefahr herauf, mit Hilfe der modernen Beeinflussungsmethoden in Aktionen gedrängt zu werden, für die man den Begriff der »Kollektivschuld« geprägt hat. Die Entmachtung der vielen gibt unter Umständen einem skrupellosen, ehrgeizigen Individuum — eben auf Kosten der anderen — eine Machtfülle in die Hand, die nicht ohne Schaden vertragen wird. Der Internist und Psychiater Professor *Bauer* hat diesen Trancezustand des in der Masse versinkenden Einzelwesens

sehr scharf umrissen: »Zugehörigkeit zur Herde erhöht die Suggestibilität des Individuums und dämpft seine kritische Verstandestätigkeit proportional zur Größe der Herde.« Die wurzellose Menge läßt sich am besten führen mit der Angsterzeugung, und die Angst schlägt dort am besten Wurzeln, wo die Werte des Lebens allein materiell aufgefaßt werden. Wer sich der Vergänglichkeit der Materie und der mit ihr verbundenen Machtentfaltung bewußt bleibt, ist dagegen nicht anfällig für die Parolen der Angst.

Bejaht man das Böse in der Welt, so sind die Ängstlichen am ungeeignetsten, damit umzugehen, sie sind rückständig und unangepaßt der harten Wirklichkeit. Ihre Neurose macht handlungsunfähig.

Bei den Tieren kann man experimentell den Übergang von einer artgemäßen, zweckbestimmten Flucht bis zu einem nicht mehr sinnvollen und schädigenden Angstzustand gut darstellen *(Greppin)*. Wichtig ist, daß das Tier ein bestimmtes angeborenes oder angelerntes Wissen von seinem Feind gewonnen hat, wozu es eines gewissen Reifungsalters und bei der Anlernung einer Erfahrung bedarf *(Hediger)*. Es kommt dann auf diese oder jene Weise zu der inneren Bildkonstruktion eines Feindschemas, wie es von dem bekannten Verhaltensforscher Professor *Lorenz* beschrieben worden ist und dessen Auftauchen in der Umwelt selbst in ähnlichen Anwendungen die Fluchtreaktion auslöst.

Vom Menschen ist — von krankhaften Zuständen abgesehen — ein solches »Innenschema« nicht bekannt. Seine Angst ist mehr eine unbestimmbare Lebensangst, nicht beschreibbar, nicht umrißmäßig faßbar.

Seine Anpassung an die Umwelt ist elastischer und durch seine eigenen Erfindungen muß er generationsweise umlernen. Solange die heranwachsende Jugend mit sichtbaren und erfahrbaren Gefährdungen durch die Zivilisation bekanntgemacht werden konnte, entwickelte sich ein zweckmäßiges Verhalten unter Bestehenbleiben der »metaphysischen« Angst.

Wenn *Anders* immer wieder darauf hinweist, daß wir zu wenig Angst im Verhältnis zu unseren selbstgeschaffenen technischen Monstren haben, so meint er nicht das Auslösen eines hysterischen Zustandes, der ja keine Besserung bringen könnte. Er will das Wissen von den unsere und die kommenden Generationen bedrohenden Gefahren vertiefen, um sich nicht eines Tages, wenn verhängnisvolle Entwicklungen noch deutlicher werden, von Unbesonnenen mit in den Abgrund reißen zu lassen. Angesichts einer Existenzbedrohung neigt der Mensch leicht zu Fehlhandlungen; denn der Zustand einer allgemein seelisch-körperlichen Erregung setzt das ruhige Abwägen von Vor- und Nachteilen herab. Es kommt leicht zu Extremreaktionen, so daß eine ver-

fehlte Aggression gegen den Feind zur Angstabwehr ebenso die Katastrophe einleiten kann wie eine teilnahmslose Inaktivität zum Handeln.

In seinem Buch »Totaler Untergang«, untersucht der Wiener Psychoanalytiker W. *Daim* die Frage, ob es denkbar sei, daß der Mensch — irgendein Mensch – einmal die Menschheit als Ganzes vernichten könne. Er geht davon aus, daß der Mensch die Tendenz zum Untergang in sich trägt. Im Gegensatz zu *Freud*, der den Todestrieb beim Einzelmenschen als etwas Ursprüngliches ansah, erblickte *Daim* darin einen Affekt, der seinen tieferen Sinn dann erhält, wenn er sich als Opfer für die Verteidigung des Lebens schlechthin offenbart. Gefährlich wird der Trieb, wenn er seine Kraft durch eine Enttäuschung erhält, die beispielsweise darin bestehen kann, daß der Weltenlauf nicht den Weg nimmt, den man sich selbst vorgestellt hat. Dann schlägt die Illusion ins Negative um, man will »lieber alles zugrunde richten, als die Niederlage einzugestehen, lieber das Nichts als die Wandlung«. Kann man schon in der Schöpfung nicht allmächtig sein, dann will man es wenigstens in der Zerstörung versuchen. Die Welt soll bestraft werden, weil sie sich der eigenen hochtrabenden Pläne für unwürdig erwiesen hat. Solchen Menschen oder Menschengruppen gegenüber versagt leider jedes logische Gegenargument. *Daim* beweist von der Psychoanalyse her, wie falsch der bekannte Einwand ist, daß niemand so dumm sei, einen dritten Weltkrieg zu beginnen. Vielmehr besteht unter bestimmten Voraussetzungen sogar eine Unausweichlichkeit des Geschehens, weil durch die überall immer deutlicher werdende Übertragung der Entscheidungsgewalt auf kleine Gruppen oder einzelne Personen (Militärs, Politiker, Wissenschaftler) förmliche Herde des akuten Todestriebes entstehen.

Wer wollte bestreiten, daß wir in einer vollkommen neuen, uns unbekannten Situation stehen? Auf allen Gebieten, einschließlich der Biologie, ist der Mensch in den experimentellen Großversuch eingeschaltet worden, ohne daß er dazu um Erlaubnis gefragt wurde. Unmerklich zu Anfang, allmählich aber immer bewußter, hat man ihn mit seiner Leiblichkeit und seinen psychischen Reaktionen zum Experimentierfeld gemacht, obwohl man bisher nicht einmal imstande gewesen ist, das sich aus Einzelergebnissen zusammensetzende Wissensgut sinnvoll zu ordnen. Von den heute lebenden Physiologen sieht Professor *Wagner* die größte Schwierigkeit darin, daß man nicht mehr wisse, wie man die Fülle der Antworten der Natur auf die experimentelle Befragung nach dem »Leben« überschauen und zusammenfassen solle. »Man gewinnt in steigendem Maße den Eindruck, daß sich für

den Wert des Experimentierens bereits eine Grenze abzuzeichnen beginnt, mögen die Experimente auch noch so nötig sein, um Teilfragen beantworten zu können. Sollte es nicht vielleicht nötig sein, nach diesem scharfsinnigen, fleißigen Experimentieren durch ungefähr ein Jahrhundert, dessen Notwendigkeit niemand bestreiten wird, nun doch wieder einen Schuß Romantik in unsere Wissenschaft zu mischen, wie es damals war, als Johannes *Müller* und seine Schüler mit Experimentieren begonnen haben?«

Es ist bezeichnend für die von *Weilgart* befürchtete Entartung innerhalb einer Gesellschaft, daß diejenigen, die das moralische Recht auf ihrer Seite haben, mit dem Eingreifen so lange zögern, bis eine Wendung nicht mehr möglich sein wird. Sie haben sich von den unbedenklichen, tatkräftigen Hasardeuren die Beweislast für deren verwerfliche Handlungen zuschieben lassen. Diese wissen zwar meist genau, daß die Grenze dessen, was der Mensch als ein Wagnis seines Lebens einzukalkulieren gewohnt ist, bereits überschritten wurde — aber sie klammern sich an die heute längst nicht mehr gültige Zauberformel: »Es ist ja noch nichts geschehen!« Sie entnehmen der Tatsache, daß es für viele bereits eingeleitete, verhängnisvolle Entwicklungen noch keine wissenschaftlich korrekt zu unterbauenden »Beweise« gibt, einen Rechtsanspruch, um ihre bisherige Unbedenklichkeit weiter beibehalten zu können. Gerade die in allen Fächern sichtbar gewordene Unsicherheit der Aussage über die Bedingungen des Lebens ist kein Freifahrtschein für bedenkenloses, weiteres Vorstoßen auf dem bisherigen Wege sondern erfordert ein mutiges Zurückreißen von dem gähnenden Abgrund. Biologie könnte die Wissenschaft der Zukunft sein, aber die Träger dieser Zukunft hätten unter Beweis zu stellen, daß sie bereit sind, für die Würde und Unverletztlichkeit des Menschen das Äußerste zu wagen! Von den Biologen — im weitesten Sinne gesprochen — und den Ärzten hätte der Anstoß zu einer revolutionären Bewegung unserer Zeit auszugehen. Es genügt nicht, daß sie still ihr Tagewerk verrichten und auftretende Schäden zu lindern versuchen. Ihre Sorge muß weit in die Zukunft vorauseilen, muß die Ungeborenen mit umfassen! Es muß für sie zu einer dauernden Gedankenqual werden, daß ihr gutes Wollen zu schändlicher Knechtung des Menschen ausgenutzt und ihre Hilfe am Einzelmenschen sinnlos wird, weil der schleichende Massenmord all ihre Bemühungen vereitelt.

Was nützt es, große Kongresse über natürliche Ernährung abzuhalten, wenn die wertvollen Getreidekeime die Radioaktivität am stärksten speichern? Welchen Wert haben Gesetze, die den Herstellern zwar die längst fällige Kennzeichnungspflicht von künstlichen Zusätzen

auferlegen, während inzwischen längst die »anonymen« Zusätze durch unbekannte Düngeverfahren und besonders die wechselnden, radioaktiven Beimischungen so zahlreich und gefährlicher geworden sind? Alle noch so wichtgen Teilprobleme werden überschattet von der unheimlich schnell vordringenden Radioaktivität unserer Umwelt, durch sie ist der Generalangriff der Technik und des ungesteuerten Fortschritts auf die biologische und erbbiologische Substanz in das lezte und entscheidende Stadium getreten, obwohl viele es noch gar nicht gemerkt haben. Selbst, wenn man — wie *Rostand* — die Menschheit für eine flüchtige, vorübergehende Erscheinung hält, so haben wir doch zu versuchen, das Beste aus unserer zeitlich nicht bestimmbaren Anwesenheit auf diesem Planeten zu machen. Voraussetzung für jede Art einer Äußerung, des Zusammenlebens, des Widerstreites der Auffassungen und Ideologien ist das Vorhandensein und Weiterbestehen von Menschen. Es ist ins Leere geredet, wenn man behauptet, eine bestimmte Art von »Freiheit« oder ein »lebenswertes Leben« zu verteidigen, und dabei um die Gefahr der *Gesamt*vernichtung weiß. Begriffe und Vorstellungen sterben mit der biologischen Substanz, sie sind nichts anderes als Aromate des Lebens und, wie die Geschichte lehrt, von sehr unterschiedlicher Reife und Feinheit in den verschiedenen Völkern und Jahrhunderten.

Man kann in den Entschließungen der Ärztetage, der erbbiologischen Kongresse, in den Warnrufen von biologisch verständnisvollen Wissenschaftlern aller Schattierungen nachlesen, mit welcher Sorge sie das jetzige, unvernünftige Verhalten betrachten. Bei vielen von ihnen kann man aber feststellen, daß bereits ein deutlicher Unterton der Resignation mitschwingt. Sie sehen und spüren, wie ihre Worte, ihre Schriften nicht nach dem unbequemen Sachverhalt beurteilt werden, sondern wie man versucht, aus politischen, wirtschaftlichen oder irgendwelchen anderen Gründen den ernsten Zweck umzudeuten, den Explosivstoff zu entschärfen. Dabei erweist sich, wie wenig neutral in unserer Gesellschaft eine so unverdächtige Wissenschaft wie die Biologie ist. Man muß ihren wachsenden Einfluß auf unsere zukünftige Lebensgestaltung durch bewußt erzeugte Verwirrungen, durch Ablenkung von den schon jetzt drohenden Gefahren zu dämpfen versuchen. Die herrschenden Machtgruppen wollen mit allen Mitteln — einschließlich des persönlichen Angriffs auf einzelne Vertreter des neuen biologisch revolutionären Denkens — ihre Position verteidigen und Umschichtungen verhindern.

Der Atomkrieg und sein Schild

Aus dem blutgetränkten Acker wuchert nur — Unkraut! Kein »Memento« leuchtet uns über dem Unbekannten Soldaten! Wir haben nur den Bekannten Soldaten! Sein tauber Wink füllt wieder die Haine der Seele mit Schritt und Kommando!
F. v. Unruh

Der Physiker *B. Philberth* hat eine unheimlich anmutende Wahrscheinlichkeitsrechnung für die uns noch zur Verfügung stehenden Friedensjahre gemacht. Er kommt zu dem Schluß, daß es bestenfalls kaum länger als einige Jahrzehnte bis zur atomaren Selbstvernichtung dauern kann, wenn wir uns nur auf die materiellen Sicherungen unserer Gesellschaft verlassen und nicht zu einer geistigen Umkehr kommen. Nichts anderes weist *E. Eis* in seinem Buch von der »Illusion der Sicherheit« nach. Jahrhunderte hindurch wurde an den angeblich schützenden Bollwerken gebaut, die dann stets eine bessere zerstörende Angriffsgewalt zertrümmerte. Wenn es sich auch viele Menschen nicht eingestehen wollen: die heutige Generation lebt in der schutzlosesten Zeit.

Immer weiter haben wir unsere Sicherheitsapparaturen und Sicherheitsorganisationen nach außen bis in den beginnenden Weltenraum hinausgeschoben mit dem Erfolg einer immer größeren möglichen Katastrophe. Da der Mut zum schwertlosen, menschlichen Gegenüber fehlt, haben Militär- und Verteidigungspolitik seltsame Blüten getrieben.

Der waffentechnische Fortschritt bei den Kernwaffen und dem Raketenbau wurde beschrieben. Es muß ergänzt werden, daß die Voraussetzungen für einen chemischen und biologischen Krieg so weit gediehen sind, daß die Wirkung in ihrer Furchtbarkeit an die Atombomben heranreicht und sie in bestimmter Weise sogar noch übertrifft. Die Hitzewirkung der atomaren Superbomben hat neue strategische Überlegungen gebracht. Die übergroße Anhäufung von Tötungsenergie brachte das Schlagwort vom »Overkill« und die Einsicht, daß man mehr als reichlich versorgt sei, da man die ganze Menschheit schließlich nur einmal töten könne. Damit das aber bei einem Kriegsausbruch tatsächlich gesichert sein würde, schafften sich beide Atomgiganten harte, d. h. bewegliche oder stark abgesicherte Abschußrampen an, um bei einem Überfall durch einen letzten Gegenschlag die gegnerischen Über-

lebenden unbedingt mit in den Tod zu reißen. Das ist auf eine kurze Formel gebracht, der Wesenszug der viel erörterten gegenseitigen Abschreckung.

Man hätte meinen sollen, daß der im Atomzeitalter quantitativ und qualitativ völlig entartete Krieg wenigstens eine neue politische, d. h. menschliche Begegnungsmöglichkeit hervorrufen würde. Statt dessen gewöhnte man sich schnell daran, die Übersteigerungen im militärtechnischen Bereich fast als selbstverständlich hinzunehmen und stand sich allenthalben mit den gleichen Phrasen, Drohungen, Schimpfkanonaden und Hinterhältigkeiten wie in all den vergangenen Gewaltjahrhunderten gegenüber. Man fand keinen Anpassungsmodus an die neue Situation.

Biologisch-soziologisch gesehen handelt es sich um falsche Antworten innerhalb eines Funktionssystems auf ungewohnte Anforderungen. Wir hätten allen Anlaß, auf den militärtechnischen Alarm verständig zu reagieren, um die Gesamtexistenz der Völker zu retten. Leider wissen wir aus dem biologischen Bereich, daß es auch dort kurzsichtige Entscheidungen ganzer Zellgruppen gibt, die den Tod des Individuums, der Gesamtheit aller Zellvölker, besiegeln. Mit diesem Hintergrund muß man die Bewußtseinsspaltung sehen, die sich in der Militärpolitik und im soldatischen Alltag offenbart. In meinem Taschenbuch über »Atomare Gefahr und Bevölkerungsschutz« bin ich auf den Wirrwarr der strategischen Konzeptionen eingegangen. Er ist in der Zwischenzeit nur noch größer geworden, da sich trotz aller Verkehrs- und Wirtschaftsverknüpfungen der Völker ihre nationale Abgrenzung eher verhärtet als auflockert. Im Schatten des Atomschildes blühen Kleinkriege an allen Enden der Welt, wobei die Verantwortlichen tatsächlich anscheinend oft nicht wissen, wie nahe sie die Gesamtmenschheit an den atomaren Auslöschungspunkt führen.

Es ist ja gar nicht so lange her, da äußerte sich sogar der Oberste Befehshaber des amerikanischen Heeres, General Taylor, erfreut über die neue Vernichtungsmöglichkeit, die »weit über den Traum jedes Befehlshabers der Vergangenheit hinausgeht!«

Von dieser tödlichen Unbefangenheit sind leider auch viele andere Militärs, deren Ausbildung und Dienst von einer Kasernenumwelt bestimmt werden, in der die atomare Bedrohung nur als eine Risikoerhöhung einkalkuliert wird. Dafür sind gerade die Manöverberichte aus den letzten Jahren und die fast kindlich-spielerische Behandlung des Themas in Ausbildungsheften kennzeichnend. (s. Bilder 57, 58.)

Nur so ist es weiter zu verstehen, wenn bis heute eine Unsicherheit in der Frage soldatischen Gehorsams bestehen geblieben ist. Gerade

die aufrechten und nachdenklichen Soldaten alter Schule haben es offen gesagt, daß die Kriegskunst Vergangenheit und angesichts der neuen waffentechnischen Entwicklung Soldat-Sein ein sterbender Beruf ist. Ob Bombenflieger mit Atomlast, ob Seemann auf raketenbestücktem U-Boot oder Zerstörer, ob Stützpunktsoldat im Raketenbunker, keiner weiß, welche Stadt, welche Industrie, welche militärisch wichtige Anlage, welchen Flughafen seine Raketen treffen werden. Und doch soll sich die Gehorsamspflicht des kleinen Schützen auf die Erwartung stützen, daß der Befehl seines Vorgesetzten sinnvoll ist!

So steht man in der Truppenbelehrung nach wie vor im Konflikt mit der Realität, wenn man über Gehorsam spricht. Zur Feierstunde des 20. Juli sollen die Widerstandskämpfer gegen ein Terrorregiment gelobt werden, auf der anderen Seite glaubt man nicht auf den unbedingten, soldatischen Gehorsam verzichten zu können. Die Kluft brach erneut auf, als anläßlich eines Fernsehspieles über Stalingrad der Generalinspekteur der Bundeswehr die darin erkennbare Tendenz scharf ablehnte: »Kampf in aussichtsloser Lage bis zum letzten — eine Forderung an den Soldaten, die zu allen Zeiten und auch in Zukunft gilt — wird als verbrecherisch gekennzeichnet.« Daher solle man dem Versuch, die auch in Zukunft gültigen Durchhalteparolen zu durchlöchern »im Rahmen der Truppeninformation entgegentreten.« Welche Folgen sich daraus im Zeitalter der Atomgewalt für Ausbildung, psychologische Führung und Organisation bis zum allseitigen bitteren Ende ergeben, hat *M. Roshwald* in einem beklemmenden Tagebuchroman über einen »Knopfdruckoffizier« beschrieben.

Zieht man das Fazit aus den vielen, vielen Äußerungen aktiver, hoher Militärs und ihrer Mitarbeiter, so muß man zu dem Schluß kommen, daß dort keine wirkliche Einsicht in die Erfordernisse unseres Zeitalters zu finden ist. Im Gegenteil, man glaubt sich auch heute noch, wie stets in vergangenen Zeiten, auf ein trockenes Plätzchen flüchten zu können, wenn die Ereignisse nicht nach Wunsch ablaufen – oder man ist bereit, für die Ideologie, der man dient, alles aufs Spiel zu setzen. Man wird fatal an Goebbels erinnert, der das Tor der Geschichte dauernd zuschlagen wollte, wenn die Idee des Nationalsozialismus nicht durchdringen sollte. Auch heute noch scheinen solche Fanatiker weiter zu existieren – und sie sitzen in gefährlicher Nähe des Druckknopfes, der die Endkatastrophe auslösen kann.

Ja, man kann weitergehen und sich fragen, ob sich unter den Atomstrategen der heutigen Zeit wirklich noch echte Soldaten befinden? Man hat mit Recht von der Kriminalisierung des Krieges gesprochen; denn Entscheidungen über völkervernichtende Aktionen werden nicht mehr

von irgendwelchen rechtlichen oder moralischen Bedenken gesteuert, sondern lediglich von militärischen Erwägungen. Man vermag es nicht zu glauben, daß die Atomkriegsplaner in den Generalstäben wirklich verstanden haben, »daß diese Strategie nicht tun darf, was sie plant, nicht wollen, was sie kann«! *(van Loen)*. Vor dieser Einsicht verschließt man jedoch bewußt die Augen und Ohren und betreibt die ständige Höherrüstung unter dem Schlagwort »Abschreckung«.

Heute sehnen sich manche unserer Mitbürger in die Zeiten des anscheinend so harmlosen, konventionellen Krieges zurück, den man beinahe mit einem humanen Mäntelchen umgibt. Ich halte es persönlich für undenkbar, daß eine zukünftige Auseinandersetzung zwischen den höher entwickelten Industriestaaten ohne Atomwaffen vor sich geht. Eine solche in Massen hergestellte, getestete und in jedes Manöverspiel eingebaute Waffe läßt einen Vergleich mit der Nichtanwendung der Giftgase nicht zu. Wie man sich auch immer einen Beginn eines dritten Weltkrieges ausmalen möge, die Atomspirale, das Heraufschaukeln von der atomaren Kleinbombe zu den Super-Kernwaffen wird unvermeidlich sein.

Anderseits ist es falsch zu glauben, daß ein Krieg mit konventionellen Mitteln die Zivilbevölkerung ungeschoren ließe. Aus verschiedenen völkerrechtlichen Darstellungen, insbesondere nach 1945, ergibt sich deutlich, daß der Grundsatz von der Immunität der Zivilbevölkerung von auf sie geplanten Angriffen praktisch völlig aufgegeben ist. Schon in der Casablanca-Direktive vom Januar 1943 wurde von den Chefs der gemeinsamen Stäbe der Alliierten als Ziel herausgestellt: »die fortschreitende Zerrüttung und Zerstörung des deutschen militärischen Systems und die Aushöhlung der Moral des deutschen Volkes.« Insgesamt läßt sich sowohl bei den Nachkriegsabkommen des Roten Kreuzes und dem Haager Abkommen von 1954 über den Schutz von Kulturgut und der Zivilbevölkerung erkennen, welcher Rückzug angetreten wurde. Die Erfordernisse des totalen Krieges bringen danach nicht nur rein militärische Objekte ins Zielfeld, sondern darüber hinaus Nachrichtenzentren, Industrie- und Verwaltungskomplexe verschiedenster Art, die in irgendeiner Form für die Kriegführung wichtig sind.

Die Übergänge und Grenzen sind immer fließender geworden, und dadurch hat die Konvention zur Schonung der Zivilbevölkerung ihren Sinn verloren, wie in den ersten grausamen Anfängen schon der letzte Krieg gezeigt hat. Stellt man sich aber — wie es vielfach geschieht — unter konventioneller Kriegführung den Kampf ohne Einsatz von Kernwaffen vor, so darf man nicht denken, daß die Entwicklung bei den anderen Kriegsgeräten stehengeblieben ist. Das wird schon deut-

lich bei den neuen Schnellfeuergewehren und der motorisierten Artillerie. Zielvorrichtungen für Geschütze, Kommandogeräte, Radaranlagen und elektronisch gesteuerter Detonation des Geschosses haben einen kaum für möglich gehaltenen Grad von Treffsicherheit erreichen lassen. Zahl und Ausrüstung der Panzer sind unerhört gestiegen, die Menge und Arten der kleinen und großen Abschußgeräte für Raketengeschosse sind fast nicht mehr übersehbar. Die Überschalljäger der Luftwaffe sind derart schnell, daß sie schon 50 km vor dem eigentlichen Ziel die Kampfhandlung beginnen müssen, um zu treffen. Ohne Radar und Elektronik wäre das nicht möglich, ebensowenig wie die Fernsteuerungen von Landfahrzeugen, Schiffen, Bombern usw.

Wesentlich für alle Überlegungen sind aber die Tatsachen, daß heute — wie übrigens eigentlich immer — die Angriffswaffen gegenüber der Abwehr im Vorteil sind, daß die Geschwindigkeitssteigerungen für die Geschosse jede Warnmöglichkeit zweifelhaft machen und die Explosiv- und Brandkraft durch neue »konventionelle« Mischungen gewaltig erhöht werden konnten. Genauso wie man bei den Kernwaffen für strategischen Einsatz wieder auf ihre Hitzewirkung zurückgreift, weil man dadurch mit einer großen Höhenbombe ganze Landstriche buchstäblich verkrusten kann, so wird die konventionelle Vernichtungsstrategie sich des unlöschbaren Feuers bedienen. Hatten in Hamburg 1944 schon rund 250 km Straßenlänge in Flammen gestanden, die weiterentwickelten Thermatbrenner und Napalmbomben neuer Art werden Feuerstürme und Flächenbrände entfachen, die denen kleinerer Atombomben entsprechen dürften. Es werden damit auch am Boden Hitzegrade von 1000—4000 Grad Celsius erreicht; ein heute mögliches Flächenschießen sorgt für genügende Ausbreitung. Selbst ohne Atomsprengköpfe dürfte ein gezielter Raketenbeschuß einem ins Gigantische erweiterten »Stalinorgel«-Angriff ähneln, wie ihn die Rußlandkämpfer kennen. Er dürfte zur Auslöschung einer Stadt genügen.

Die Explosivkraft der chemischen Sprengstoffe ist ebenfalls erheblich gesteigert worden, auch wenn natürlich die in neuester Zeit bekanntgewordenen Verbesserungen die Wirkung von Kernwaffen immer noch nicht erreichen.

Im gleichen Maße wie sich seit 1945 die Zerstörungskraft der Waffen und die militärtechnischen Möglichkeiten um das Vielfache erhöht haben, ist die Anfälligkeit unserer Zivilisation gegenüber äußeren Störungen größer geworden. Die Zusammenballung der Weltbevölkerung in immer zahlreicheren und größeren Städten ist sprunghaft gestiegen. Von den 73 Städten der Welt mit über eine Million Einwohnern haben 24 diese Grenze erst im letzten Jahrzehnt überschritten. 16 Prozent der

Weltbevölkerung leben in Städten mit mehr als 100 000, 30 Prozent in Städten mit mehr als 200 000 Einwohnern. Zusammen mit dem gehobenen Lebensstandard erfordert die Versorgung mit Mitteln des täglichen Bedarfs ein immer ausgeklügelteres, organisatorisches System und eine zum Teil von weither herangeschaffte Energieversorgung. Schon in Friedenszeiten werden Stromausfälle, kleinere Unglücke, Verkehrsstauungen zu ernsten Problemen. Was geschieht bei teilweise oder völliger Ausschaltung der Energiezentren?

Eine gern verschwiegene oder nebensächlich behandelte Frage ist die Verwendung von Atomreaktoren für die friedliche Energiegewinnung. Schon jetzt sind in dichtbesiedelten Wohngebieten Versuchsreaktoren und neuerdings auch Atomkraftwerke fertiggestellt worden oder im Bau. Man plant für wenige Jahre voraus so zahlreiche Anlagen, daß sie den ganzen Energiebedarf für Industrie und Städte liefern können, was dem Zug zur Zentralisierung entspricht. Sicher tut es dem H-Bomben-Vater Teller heute leid, daß er selbst einmal deutlich darauf hingewiesen hat, daß die Explosion oder Zerstörung eines Reaktors von etwa 300 000 kW schlimmer als die Wirkung einer Wasserstoffbombe sein könnte, weil die Radioaktivität dabei ziemlich dicht am Erdboden bleibt. Die dadurch ausgelöste Verseuchung kann sich über Hunderte von Kilometern im Umkreis erstrecken, und niemand wird dann wissen, ob es willentlicher oder versehentlich ausgelöster Atomkrieg ist. Eine solche Überlegung betrifft nicht nur den standortfesten Reaktor selbst, sondern ebenso die in großen Behältern von Millionen von Litern abgelagerte, radioaktive Flüssigkeit, weiterhin die der Reaktorstadt angeschlossene, heiße Industrie und vieles andere mehr.

Wer in die Fachzeitschriften sieht, findet sich kaum durch bei der Fülle von Neuplanungen nicht nur für feststehende, sondern auch für bewegliche Reaktoren. Vom Atom-U-Boot, Atom-Kreuzer über atomgetriebene Öltanker und Flugzeuge breitet sich die Verwendung weiter aus.

Eine eindrucksvolle Illustration dieser Verhältnisse kann man der nach den Angaben von Herbst, Marley und Frey aufgestellten Tabelle entnehmen.

Tabelle nach *Herbst, Marley* und *Frey*

Gefahrenlage	Reichweite in km bei einer Reaktorenergie in kW				
	100	1 000	10 000	50 000	100 000
Direkte Strahlenwirkung aus der radioaktiven Wolke tödlich oder schwer gesundheitsschädigend	0,06	0,2	0,6	1,4	2,0
Verseuchung der Umgebung macht eventuell Evakuierung innerhalb 12 Stunden nötig (25 R in 12 h)	0,3	1,1	3,4	7,8	11,0
Wahrscheinliche Grenze der Gefährdung durch äußere β- und γ-Strahlung aus abgelagertem, radioaktiven Material (25 R in drei Wochen)	0,7	2,3	7,3	16,3	23,0
Empfindlichere Einschränkung der normalen Lebensgewohnheiten; Boden, Pflanzen, Wasser und Milch radioaktiv verseucht; stärkere Gefahr der Inkorporierung radioaktiver Stoffe	1,6	5,2	16,4	36,8	52,0
Wahrscheinliche Grenze der Restriktionen, aber Milch eventuell noch gefährlich radioaktiv	5,7	18,0	57,0	128,0	180,0
Wahrscheinliche äußere Grenze irgendwelcher, auch geringer Beeinträchtigungen durch die radioaktiven Spaltprodukte	(19)	(60)	(190)	(425)	(600)

Man blättere zurück und überfliege noch einmal, was *Ertaud* und andere über die Folgen des Schiffbruchs eines einzigen Kernenergietankers berechnet haben!

Wie sieht es mit den Kriegsschiffen aus? Hält man sie für unverwundbar? Hat man vergessen, wieviel Unterseeboote im letzten Weltkrieg vernichtet wurden? Land- und Wasserverseuchung überschneidet sich also selbst dann, wenn keine einzige Atombombe gefallen ist, ja sie kann schneller und nachhaltiger sein als bei der H-Bomben-Explosion. Die für diesen Fall schon völlig unzureichenden Schutzmaßnahmen würden dabei noch sinnloser sein.

Das Internationale Rote Kreuz bemüht sich, die Atomwaffen völkerrechtlich unter die »blinden« Waffen einordnen zu lassen. Aber auch der konventionelle Krieg ist heute »blind«, das heißt er kann niemals mehr unterscheiden zwischen militärischen und zivilen Schäden. In jedem Fall wird die Zivilbevölkerung mit leidtragend sein und weder der Artillerist noch der Bombenflieger, weder der Infanterist mit Sprengwaffen, noch der Panzerschütze können im geringsten vorausberechnen, was sie an radioaktiver, blinder Verseuchung anrichten.

Da also der heutige Soldat sowieso nicht anders schießen kann als mit der Erwartung auf unübersehbare Massenvernichtung, ist es völlig sinnlos, der Bundeswehr eine Atomkriegsdienstverweigerung empfehlen zu wollen.

Wer heute Gewalt bejaht, muß sich klar sein, daß jeder Schuß aus einem konventionellen Rohr mit »normalem« Sprengstoff die Atomkatastrophe einleiten kann.

Sowohl bei den Stand- wie auch bei den beweglichen Reaktoren finden wir zivile und militärische Aufgaben gekoppelt.

Hat man wirklich so wenig Phantasie, daß man nicht bemerken will, was hier für die Menschheit heraufzieht? Man entwickelt einander widersprechende, militärische Theorien über gemischte Kriege, spricht von taktischen und strategischen Atomwaffen und will anscheinend nicht sehen, daß jeder Krieg heute zwangsläufig zum Atomkrieg werden muß, es sei denn, man ignoriert alle Erfahrungen früherer, kriegerischer Auseinandersetzungen.

Jeder Soldat weiß nämlich, daß man versuchen muß, möglichst schnell die Energiezentren des Gegners zu treffen. Hat aber erst jeder Regierungsbezirk bei uns eine solche allgemeine Atomzentrale, was ja angestrebt wird, so ist die Katastrophe unausdenkbar; denn drei bis vier zerstörte Großkraftwerke dürften beispielsweise für die tödliche, radioaktive Verseuchung der Bundesrepublik ausreichen. Dazu genügen unter Umständen einige Haftladungen oder einige konventionelle Bomben auf den Reaktor und in die großen Atommüllbehälter. Auch die anderen »heißen« Industrien sind lohnende Ziele.

Freizonen sind schon bei den früheren Großbombardements für die Krankenhäuser nicht zu erreichen gewesen — sollte jemand ernsthaft glauben, daß man die Reaktoren und ihre Nebenindustrien schonen könne?

Das Herz eines alten Soldaten verkrampft sich, wenn er dann 1959 in den »Wehrtechnischen Monatsheften« liest: »Westdeutsche Staatsbürger und Organisationen, die pazifistische Tendenzen vertreten oder

gegen die Aufrüstung eintreten oder die Verteidigungspläne der Bundesregierung ablehnen, sollen wegen »verfassungsverräterischer Zersetzung« nach § 91 des Strafgesetzbuches hinter Schloß und Riegel gebracht und aus dem öffentlichen Leben ausgeschaltet werden.«

Diesen Hitzköpfen sei empfohlen, ihre Nase in das Buch zu stecken, das »der Clausewitz des 20. Jahrhunderts«, Liddell *Hart*, 1960 veröffentlicht hat. Er weiß aus seiner überreichen Erfahrung, daß Kriege kein Mittel sind, um aus Bedrängnissen und Gefahren herauszukommen. Obwohl er sich der Fragwürdigkeit jeder Abschreckung bewußt ist, sieht er augenblicklich keinen besseren Weg als wenigstens eine Anzahl konventioneller, europäischer Streitkräfte zu halten. Jedoch betont er selbst: »Wir drehen uns also im Kreis und kommen erneut zu der Schlußfolgerung, daß die einzige Hoffnung, Europa zu erhalten, nicht mehr wie einst in einem siegreich beendeten Krieg liegt, sondern daß es darum gehen muß, den Krieg zu vermeiden.« Es ist erstaunlich, mit welcher Offenheit dieser in der ganzen Welt angesehene Fachmann ausspricht, daß es klüger für Großbritannien wäre, auf Atomwaffen zu verzichten, und mit welcher Wärme er sich für eine Neutralität und sogar eine große, atomwaffenfreie Zone in Europa einsetzt. Ein »neutraler Gürtel« würde ähnlich wie eine große Schneise beim Waldbrand eher die Gefahren einer Explosion aus Unachtsamkeit oder Bedacht verhindern können.

Obgleich also die Vernunft gebieterisch eine politische Annäherung fordert, ist noch so viel Mißtrauen und Uneinsichtigkeit in der Welt, daß die kriegerische Auseinandersetzung weiterhin eine Möglichkeit unter den Völkern darstellt. Anstatt jedoch durch eine schonungslose Aufklärung über das wirkliche Gesicht des Krieges die Bereitschaft zur Verständigung zu fördern, kann man vielfach das Gegenteil in der Praxis der Regierungen beobachten.

In einer sich so verändernden Welt versucht man durch die Vorspiegelung eines funktionierenden Bevölkerungsschutzes dem Atomkrieg eine Chance zu geben. Dem kommt ein menschlicher Instinkt entgegen, der bei übergroßer Gefahr seine Rettung in der Flucht, oder im Verbergen und Verstecken, im Eingraben sucht. Heute gibt es jedoch kein Ausweichen in die Passivität, in die scheinbare Sicherheit von Maulwurfstädten. Man muß den Verdacht haben, daß Regierungen, die das mögliche Ausmaß der Katastrophe nicht eindringlich genug klarmachen, die Gefahr bewußt verharmlosen. Insofern ist ein eigentlich sachlich zu erörterndes Problem in die Unwägbarkeiten politischer Taktik geraten. Die Einstellung der Bundesregierung hat Ministerialrat *Schneppel* erläutert:

»Die Grundkonzeption der Bundesregierung geht, übereinstimmend mit der Auffassung aller anderen in der Nordatlantikpaktorganisation zusammengeschlossenen Staaten, davon aus, daß es in einem Kriege mit Atomwaffen entscheidend darauf ankomme, das Überleben der Masse der Bevölkerung zu sichern. Mittel zu diesem Zweck sind Warndienst, Schutzraumbau und gewisse Evakuierungsmaßnahmen. Der Rettung der Überlebenden dienen modern ausgerüstete Einheiten eines Hilfsdienstes und die erforderlichen Reserven an Lebens- und Arzneimitteln sowie sonstige Einrichtungen zur lebensnotwendigen, insbesondere ärztlichen Versorgung.«

Die praktische Durchführung stellt sich *Hampe*, Präsident der Bundestanstalt für zivilen Luftschutz, in der Vorbereitung von zwei Gruppen von Maßnahmen vor: »nämlich in einer Gruppe von Maßnahmen, die dem Schutze der Bevölkerung, mittelbar oder unmittelbar, dienen, und in einer weiteren, die eine Hilfe für die Bevölkerung zum Ziel haben. Die Gruppe des Schutzes soll bewirken, daß die Bevölkerung den Schlag des Angriffs ohne zu große Verluste überlebt, und die Gruppe der Hilfe setzt danach ein, um eine Vergrößerung der entstandenen Gefahren durch sofortige Hilfeleistung oder Gefahrenbekämpfung nach Möglichkeit hintanzuhalten. Beide Gruppen von Maßnahmen müssen aufeinander abgestimmt sein und sich ergänzen. Es wäre ein Fehler, eine der beiden Gruppen für bedeutsamer zu halten als die andere.«

Gehen wir die einzelnen Punkte durch: Unsere erste Kritik setzt bei dem Begriff des »Überlebens der Masse der Bevölkerung« ein.

Ich habe bereits versucht, den grundlegenden Unterschied zwischen Kriegsschäden alter Art gegenüber den praktisch auf keine Weise mehr zu vermeidenden Atomschäden zu klären. Wer früher den Verlust eines Armes oder Beines beklagen mußte, war zwar ein Krüppel, aber im allgemeinen ein »gesunder« Krüppel — ohne die Sorge von früher oder später nachfolgendem Siechtum und der bangen Frage nach erbgeschädigten Kindern. Es kommt heute gar nicht so sehr auf die Tatsache des *Über*lebens an, sondern auf die des *Weiter*lebens! Dieses Weiterleben kann seine höllischen Heimtücken in sich bergen, wie wir sie in den verschiedenen Stadien der Atomschäden geschildert haben bis zum tödlichen Siechtum innerhalb von zehn bis zwanzig Jahren. Gerade jetzt haben Hiroshima-Überlebende nach 18 Jahren Siechtum den Freitod gewählt. Weiterleben im weitesten Sinne von gesundem Weiterleben für die Einzelperson und für die Nachfahren ist einzig erstrebenswertes Ziel. Schutzbauten können das nie verbürgen, weil die Dauer des Aufenthaltes in ihnen zeitlich begrenzt ist. Früher oder später müssen

die Insassen heraus in die radioaktive Wüste größeren oder kleineren Ausmaßes. *Bechert* hat mit Recht gefragt, wie man weiterleben will, wenn es nach einem Atomkrieg jahrhundertelang keine Wälder und Wiesen mehr gibt, der Boden keine brauchbaren Lebensmittel liefert?

Dem *Warndienst* wird eine unüberwindliche Aufgabe im Zeitalter der interkontinentalen Raketen und Erdsatelliten zufallen. Wir haben schon errechnet, daß wir praktisch für die Zivilbevölkerung bei der Warnzeit 0 angekommen sind. Selbst wenn es gelingen sollte, einen Vorsprung von drei oder gar fünf Minuten vor dem heranrasenden Tod zu gewinnen, wird die Katastrophe doch ein unübersehbares Ausmaß annehmen.

Wie ist es möglich, daß in einer 1960 erschienenen Broschüre für die »Luftschutz-Selbsthilfe« von Dr.-Ing. Hans *Balcke* behauptet wird, daß man mit Hilfe von Radar und Infrarot Fernraketen so schnell orten kann, daß Alarm »bis zu 30 Minuten vor dem Einschlag« ausgelöst werden kann? Bereits wenige Seiten später wird jedoch in anderem Zusammenhang zugegeben, daß man nicht mit einer ausreichenden Warnzeit rechnen könne.

Obgleich man bisher in keiner Weise eine Vorstellung hat, was denn eigentlich geschehen kann, in welche sicheren Bunker die Bevölkerung flüchten soll, wenn eine Warnung notwendig werden sollte, sind in der Bundesrepublik als Sofortmaßnahme erst einmal 30 000 Sirenen über das Land verteilt worden.

Am umstrittensten ist wohl die Frage des *Schutzraumbaus*. Die Berechnung zur Erstellung von Schutzräumen wird aus den Zahlen der Zivilverluste im letzten Kriege in den stark bombardierten Städten West- und Mitteldeutschlands vorgenommen. Einer zum Teil siebzig- bis achtzigprozentigen Zerstörung des Wohnraumes stehen nur ein bis zwei Prozent Tote der Zivilbevölkerung gegenüber. Daher scheint *Lennartz* berechtigt zu fragen, ob der gesamte Aufwand des Luftschutzes nicht dann schon sinnvoll sei, wenn er der Erhaltung eines einzigen Menschenlebens gedient habe. »Um wieviel mehr gerechtfertigt ist er, wenn die überwiegende Mehrzahl einer Bevölkerung ihm das Leben verdankt!« Die Beweisführung scheint deshalb so verführerisch, weil sie in sich den Gedanken der Vorsorge gegen zu erwartende Schäden birgt, den eigentlich jeder bejahen müßte.

Gegen akut bedrohliche Erkältungskrankheiten kann man den Körper mit einem Training abhärten, gegen Radioaktivität gibt es keine Übungsbehandlung zur besseren Abwehrlage. Der Schutzraumbau stellt nichts anderes dar als das symptomatische Taschentuch beim epidemischen Schnupfen!

Die Massen werden so oder so nicht mehr verhältnismäßig ungeschädigt wie 1945 aus dem Inferno herauskommen, für sie gibt es nicht einmal mehr das fragwürdige Nachglühen oder Überleben. Bei Überraschungsangriffen auf die Bundesrepublik rechnet man im voraus bereits mit 80 bis 90 Prozent Toten! Die anderen werden in ihren Mausefallen zugrunde gehen oder früher oder später im »Lichtkoller« aus den unterirdischen Kleinstädten nach oben stürzen und in der das Menschenleben weit überdauernden radioaktiven Oberflächenverpestung langsam zerfallen.

Die Verlockung zu halben Maßnahmen liegt in dem unbestimmbaren »Unterschlupfbedürfnis« des Menschen und in der Argumentation, daß es ja nicht immer gleich zum Äußersten kommen müsse. Bei der heutigen Ausgangslage ist sogar bei einem Krieg mit konventionellen Waffen — wie im militärischen Teil ausgeführt — diese Annahme illusorisch, und es ist nicht von entscheidender Bedeutung, ob man gleich anfangs oder wenig später in der lebensauslöschenden Explosionszone sitzt.

Stauder verurteilt die Leichtsinnigkeit, mit der undurchführbare Vorschläge gemacht werden: »Nichts ist zu Ende gedacht. Auch die unterirdischen Städte Pascual *Jordans* nicht, selbst wenn wir sie, wie rührige Unternehmer schon hoffen, mit Kinos und Nachtlokalen ausstatten. Geben wir doch offen zu, daß alle diese Pläne Spielereien auf dem Reißbrett sind, undurchführbar in der Wirklichkeit. Selbst die primitivsten Schutzmaßnahmen würden die Arbeit und das Volksvermögen vieler Jahre, vielleicht einer ganzen Generation, erfordern.«

Es läßt sich leicht berechnen, daß die Bundesrepublik 150—170 Milliarden an reinen Baukosten investieren müßte und sicher noch mindestens weitere 50—80 Milliarden für die Einrichtungen. Es dürfte also — vorsichtig ausgedrückt — einer Irreführung gleichkommen, wenn in amtlichen Verlautbarungen von einer Belastung der Volkswirtschaft in Höhe von nur 17 Milliarden DM gesprochen wird, die sich sogar noch auf eine Reihe von Jahren verteilen sollen. Der Wissenschaftsreport aus den USA errechnet die notwendigen Gesamtkosten für 120 Millionen Einwohner auf 254–302 Billionen Dollar. Das entspräche etwa dem jährlichen, nationalen Einkommen (1940–1947) bis 243 Billionen).

Besonders gründlich ist die Frage der öffentlichen Schutzräume und der Mehrzweckbauten im Hinblick auf die Gegebenheiten und Planungen der Städte von dem Sachverständigen der Stadt Düsseldorf, *Tamms*, geprüft worden. Es sieht bisher nicht so aus, als ob man seine Einwände berücksichtigen würde. Er weist auf die Paragraphen 31 und 32 hin, wonach öffentliche Versorgungsanlagen für Wasser, Strom,

Abwässer usw. gegen Trümmer, radioaktive Niederschläge, biologische und chemische Kampfmittel und gegen einen Überdruck von 3 atü im Rahmen der Notstandsplanungen zu sichern sind. Wie das bei einer Kanalnetzlänge von 800 km, bei mehreren Kläranlagen von 15 ha Größe, Kabel- und Freileitungen mit 3000 km, Gasrohr- und Wassernetz von 1200 km im Düsseldorfer Bereich allein zu lösen sein könnte, darüber bestehen keinerlei konkrete Vorstellungen.

Die Erfahrungen aus dem letzten Weltkrieg mit der Berliner U-Bahn sind derart niederschmetternd, daß Tamms zusammenfassend sagte: »Mit dieser amtlichen Dokumentation der BVG aus dem Jahre 1952 dürfte die Unbrauchbarkeit von unterirdischen Verkehrsanlagen für Luftschutzzwecke wohl hinreichend bewiesen sein.« Von seinen überzeugenden Einwänden gegen die Kombination von unterirdischen Garagen und Verwendung als Schutzraum nur zwei eindrucksvolle Beispiele: »Im Ernstfall sind die Garagen voller Autos und diese voller Benzin! An den Ein- und Ausfahrten lagern in den Tankstellen je 20 000 bis 25 000 Liter Treibstoff. Sie würden eine Barriere bilden, die niemand lebend überwindet.« —

»So befinden sich in der Ausfahrt der 350 Wagen fassenden unterirdischen Garage am Rande der Altstadt sogar mehrere Tankstellen verschiedener Firmen. Sie erst machte die Finanzierung der Tiefgarage möglich, ihre Luftschutzverwendung zugleich unmöglich.« Nach § 26 kann allerdings laut Entwurf der Ausbau neu angelegter Tiefgaragen oder dergleichen als öffentlicher Schutzraum auf Kosten des Bundes erzwungen werden.

Wogegen sollen Schutzbauten schützen? Nach den in der Bundesrepublik veröffentlichten Richtlinien:

1. gegen die Wirkung von herkömmlichen Sprengkörpern, wenn der Schutzbau außerhalb ihrer unmittelbaren Wirkungsbereiche (Sprengtrichter) liegt;
2. gegen die Wirkung von Kernwaffen im unmittelbaren Wirkungsbereich bei Druckstoß und Sog bzw. elastischem Rückprall:

Schutzbautyp S_9:	Höchstüberdruck	9,0 atü
	Sog	1,0 atü
Schutzbautyp S_6:	Höchstüberdruck	6,0 atü
	Sog	1,0 atü
Schutzbautyp S_3:	Höchstüberdruck	3,0 atü
	Sog	0,6 atü
Schutzbautyp S_2:	Höchstüberdruck	2,0 atü
	Sog	0,4 atü

Schutzbautyp S1:	Höchstüberdruck	1,0 atü
	Sog	0,2 atü

3. gegen Einsturz- und Trümmerwirkung von Gebäuden;
4. gegen radioaktive Strahleneinwirkungen;
5. gegen Brandwaffen und Brandeinwirkungen;
6. gegen biologische Kampfmittel und chemische Kampfstoffe.

Ohne Zweifel ist es möglich, einen relativen Schutz gegen konventionelle Waffen aufzubauen, allerdings benötigt er ebenfalls infolge der technischen Entwicklung einen viel größeren Aufwand als in vergangenen Zeiten. Das müßte nicht nur für denkbare Nahtreffer berücksichtigt werden, sondern auch für die Massierung der Explosivkraft, die gegenüber früher erhebliche Zusatzsicherungen verlangt. Eine solche Planung würde daher von vornherein am besten — wenn überhaupt durchführbar — eine Schutzeinrichtung gegen Kernwaffen mit vorsehen.

Hinsichtlich eines Schutzes gegen die Hitze- und Druckwellen einer Atombombe scheinen die Länder am meisten bevorzugt zu sein, die ihre Bevölkerung in natürlichen Felsenkellern, die man erweitert hat, unterbringen können. Schweden und die Schweiz haben davon reichlich Gebrauch gemacht. Es hört sich alles so harmlos an, wenn man liest:

»Der Schutzraum in der Birger-Jarls-Gatan in Stockholm, heute Garage für 150 Autos, wird in Gefahrenzeiten mit 8000 Betten ausgerüstet. Der Katharinakeller gibt 20 000 Menschen Platz. Unterhalb Stockholms, in 25 Meter Tiefe, arbeitet ein schwedischer Atomreaktor. Nahe dem Polarkreis arbeitet eines der modernsten Kraftwerke des Landes, das die gesamte Rüstungsindustrie versorgen könnte. Seine Anlage erreicht die Größe einer Kathedrale. Nach einem Räumungsschlüssel für die Stunde X soll die Bevölkerung von Stockholm von 800 000 auf 50 000, die von Göteborg von fast 400 000 auf 35 0000, die von Malmö von 200 000 auf 20 000 verringert und nach ›Untergrundschweden‹ evakuiert werden.

Fließendes, warmes Wasser 100 Meter unter der Erde ist ebenso selbstverständlich wie das Telefon, wie die elektrische Küche mit dem Eisschrank, den Müllschluckern, wie die Leseräume und Schlafzimmer. Schweden soll im Ernstfall unter der Erde leben — tage-, vielleicht wochenlang. Dabei wurde nicht nur an den atomsicheren Schutz der Bevölkerung gedacht, dabei machte man sich auch Sorgen über das, was der Magen in diesen Wochen braucht, welche Abwechslung den

Menschen geboten werden kann, sei es durch Bücher, durch Filme, durch Musik.«

Bechert nimmt dazu folgendermaßen Stellung (Wahnsinn des Atomkrieges): »Die schwedischen Schutzbauten sind so entworfen, daß sie normalen Atombomben standhalten sollen, nicht aber den heutigen Wasserstoffbomben. Eine Wasserstoffbombe von 40 Millionen Tonnen Energieinhalt zerstört Eisenbetonhäuser völlig in einem Umkreis von 37 Kilometer Durchmesser. Es ist klar, daß alle nötige Vorsorge nur für einen kleinen Teil der Bevölkerung einer Großstadt getroffen werden kann. Außerdem ist zu fragen: wie lange sollen solche Schutzräume Aufenthalt bieten können? Da ist zu unterscheiden zwischen den zwei Arten Atomkrieg, von denen bisher in den militärischen Planungen die Rede ist, soweit dies öffentlich bekanntgegeben wurde: die eine Form ist der Blitzkrieg, der die Flughäfen, militärischen Anlagen, Rüstungsbetriebe, wichtigen Zentren vernichtet. Dadurch würden weite Teile der Bundesrepublik sofort in ungeheuerlichem Maß radioaktiv verseucht werden. Die Menschen in den Luftschutzbunkern könnten dann erst nach Wochen heraus und müßten das verseuchte Gebiet, also weite Teile der Bundesrepublik, schnellstens verlassen. Durch eine einzige H-Bombe mittlerer Größe wird ein Gebiet von 36 km Kantenlänge so verseucht, daß die Strahlungsmenge nach sieben Tagen noch 5 r pro Stunde beträgt, das ist 2800mal mehr als die Ungefährlichkeitsdosis bei ständiger Arbeit mit strahlendem Material, und 28 000mal mehr als die »Ungefährlichkeitsgrenze« für Erbschäden.«

Wir sollten uns immer wieder daran erinnern, daß in der amerikanischen Notgemeinschaft der Atomwissenschaftler schon 1947 unter Vorsitz von *Einstein* in Punkt 4 einer für die Öffentlichkeit bestimmten Verlautbarung der Satz stand: »Vorbereitungen gegen Atomangriffe sind zwecklos und würden, wenn man sie versuchte, den Aufbau unserer Gesellschaftsordnung zerrütten.«

Lidell Hart bescheinigt vielen westlichen Generalen einen ungenügenden Realismus in ihren Manövern und Kriegsspielen und erkennt darin einen erstaunlichen Beweis für das Beharren in alten Gewohnheiten. Genauso wie die Verteidigung gefährlich unrealistisch ist, genauso sind es die Vorstellungen von der Verwundbarkeit einer Nation unter den Wirkungen einer revolutionären Atomstrategie. *Lidell Hart* meint daher über den Zivilschutz, »daß die jetzt erforderlichen Maßnahmen, abgesehen von den kaum für eine Volkswirtschaft tragbaren Kosten, so völlige Umstellungen im Aufbau der westlichen Zivilisation verlangen würden, daß das praktisch gar nicht möglich ist. Man kann

sich nicht vorstellen, daß wir Briten oder irgendein anderes Volk unseren Tagesablauf in dem dazu notwendigen Maß umstellen werden. Im Kern unzureichende Maßnahmen bergen aber in sich die Gefahr fataler Illusionen.«

Um überhaupt in der Sache des Bunkerbaus glaubwürdig zu bleiben, muß man unbewiesene Voraussetzungen machen. Da niemand weiß, welche Hauptangriffspunkte zu erwarten sind, kann man nichts über die Zweckmäßigkeit eines Bunkerprogramms aussagen, das die Verteilung von leichten, mittelschweren oder schweren Bunkern über Land und Stadt vorsieht.

Hat man nur begrenzte Mittel — und es ist nicht zu erwarten, daß es je anders sein wird —, so muß man notgedrungen Abstufungen vornehmen. Die jetzige Gepflogenheit besteht darin, die stärkeren Typen der Bunker für Großstädte vorzusehen. Das entbehrt insofern nicht der Logik, weil man bei der immer intensiveren Ballung von Menschenmassen in den Städten und ihrer leichter gewordenen Vernichtung durch Höhenbomben annehmen muß, daß sie ein bevorzugtes Ziel sein könnten. Geht man aber davon aus, daß der Gegner nicht nur die Waffen, sondern die Substanz des Feindstaates treffen will, dann wird er seine wirksamsten Vernichtungsmöglichkeiten nützen. Sie liegen in der Verwendung der Hitze als Kampfmittel. Diese Umstellung macht die Einteilung der Schutzräume nach Druckfestigkeitsgraden illusorisch. In den nüchternen, angelsächsischen Ländern hat man dem Rechnung getragen und sich eigentlich nur noch um das Abfangen des ersten radioaktiven Niederschlags gekümmert. Wie groß die Hitzeradien sind, in denen jeder Bunker zur Feuerfalle wird, wurde bereits beschrieben. Die Flächenbrände verursachen nach dem Hitzestoß eine große Sauerstoffverringerung in dem betroffenen Gebiet, die nicht nur direkte Mangelerscheinungen und Erstickungstod über die ansaugenden Filter verbreitet, sondern zusätzlich die Entstehung von Kohlenmonoxyd aus schlecht verbranntem Material fördert. Dieses außerordentlich starke Gift durchdringt aber Grobsandfilter und die üblichen Atemmasken.

Hat es nun überhaupt keinen Zweck, den Schutzraumgedanken weiter zu verfolgen? Will man nicht aus politischen Gründen ein falsches Sicherheitsgefühl bewußt züchten, so kann man nur Folgendes sagen:

Es wäre theoretisch denkbar, daß ein auf irgendeine Weise begonnener größerer oder kleinerer Krieg nach den ersten Vernichtungsschlägen aus Entsetzen oder anderen Gründen abgebrochen wird. Dadurch könnte vielleicht — aber auch wirklich nur dann — ein um-

grenztes Katastrophengebiet entstehen, an dessen Randzonen ein Überleben und gar Weiterleben gegeben sein würde. Allein für einen solchen Zweck ließe sich ein Leichtbunkerbau verantworten, der lediglich als Trümmerschutz und gegen mäßigen, radioaktiven Niederschlag gedacht ist. Da man nicht weiß, wo eine derartige Situation entstehen könnte, wäre es also nötig, eine gleichmäßige Verteilung dieser Notbehelfe über Stadt und Land vorzunehmen. Man sollte dabei aber auch so ehrlich sein und der Bevölkerung erklären, welche einzige, mehr vom Zufall abhängige Hoffnung man damit verbinden kann.

Fragwürdig bleibt in jedem Fall bei der praktisch in Europa nicht bestehenden Warnzeit die Erreichbarkeit der Schutzräume. Eigentlich müßten sie ja sinnvollerweise vor der Explosion aufgesucht und dichtgemacht worden sein. Ist jemand weit von einem so abgegrenzt gedachten Katastrophengebiet entfernt, so erreichen ihn Hitzeblitz, Druckstoß und radioaktiver Fallout zeitlich nacheinander. Nur in dieser Ausnahmesituation ist es denkbar, daß jemand, der sich im Freien aufhält, gerade noch vor der Randhitze Schutz findet, dann vor dem mit Schallgeschwindigkeit nachfolgendem Druck in einen Keller flüchtet (Minutenzwischenraum bei ca. 50–60 km Entfernung) und schließlich sogar in den Bunker gelangt, der ihn gegen den radioaktiven Regen absichert. Dieser kann je nach Art der Bombe 10 Minuten bis eine Stunde auf sich warten lassen, hält dann aber mehrere Stunden an.

Um den Soldaten nicht in einer solch trostlosen Situation den ganzen Mut zu nehmen, finden die offiziellen Lügen in vielen amtlich gezeichneten Dokumenten ihren Niederschlag. So liest man in einem Merkheft für Soldaten und Matrosen, herausgegeben vom Ministerium für Nationale Verteidigung in der DDR auf Seite 25 folgendes:

»Eine Besonderheit der radioaktiven Stoffe, die sich bei einer Atomdetonation bilden, besteht darin, daß ihre Radioaktivität schnell sinkt. Deshalb werden selbst stark verseuchte Geländeabschnitte nach einiger Zeit wieder ungefährlich.«

Das ganze Heftchen strotzt von ähnlichen Fehlern und Bagatellisierungen. Man kann sich dabei des Eindrucks nicht erwehren, daß der einfache Soldat ebenso wie die Zivilbevölkerung in Ost und West die Wahrheit keinesfalls erfahren soll. Auf Seite 57 liest man:

»Wird auf dem Marsch Atomalarm gegeben, wird die Bewegung nicht eingestellt, sondern die Fahrer schließen lediglich die Luken und Jalousien, behalten aber ihren Platz in der Kolonne. Die Beobachter verstärken die Beobachtung, und die Flakartilleristen bereiten sich zum Instellunggehen und zum Kampf gegen feindliche Flugzeuge vor.«

Dazu sei als Ergänzung noch ein Bild als Vorschlag für den »Atom-

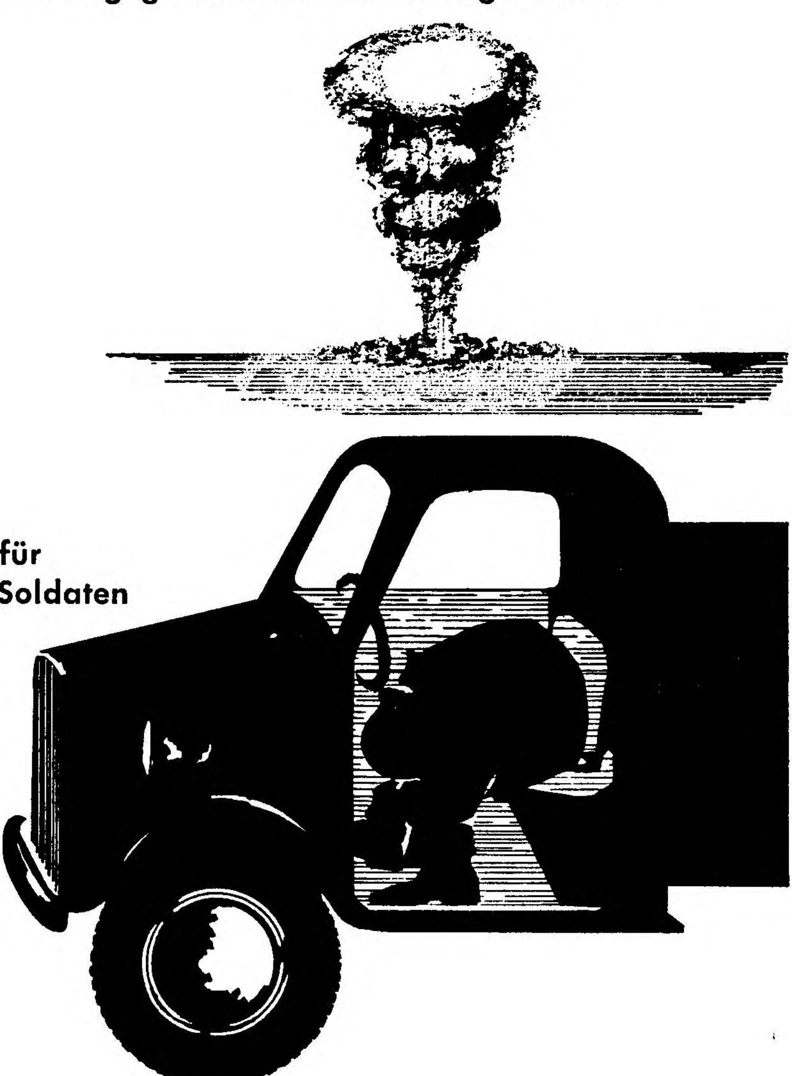
Schutz gegen Massenvernichtungswaffen



Gezeichnet nach einer Anweisung
für Soldaten und Matrosen
in einem Merkblatt des
Ministeriums für nationale Verteidigung

Abbildung 5

Schutz gegen Massenvernichtungswaffen



Gezeichnet nach einer Anweisung
für Soldaten und Matrosen
in einem Merkblatt des
Ministeriums für nationale Verteidigung

Abbildung 58

schutz« beigegeben, wie er nicht etwa nur in der Ostzone gelehrt wird . . .

Es ist erschreckend, in welch fataler Weise sich die Begründungen für den Aufbau des Luftschutzes in Ost und West gleichen. Gleichzeitig wird an diesen Äußerungen deutlich, wie sehr — bewußt oder unbewußt — der Atomkrieg als fast unausweichlich betrachtet und damit die Auffassung unterstrichen wird, daß der Luftschutz psychologisch bereits den Atomkrieg vorbereitet. In der Schriftenreihe Luftschutz Heft 1, 1959, herausgegeben im Verlag des Ministeriums des Innern, Berlin-Wilhelmsruh, findet sich folgende Formulierung:

»Die Erhöhung der Verteidigungskraft der DDR — die durch den Aufbau des Luftschutzes erfolgt — führt gleichzeitig zur Stärkung des Weltfriedenslagers und ist somit Teil unseres Kampfes um die Erhaltung des Friedens.

Wer sein Leben liebt, wer sich und seine Angehörigen nicht dem Atomtod aussetzen will — wer nicht will, daß alle unsere sozialistischen Errungenschaften durch die Fackeln des Krieges vernichtet werden, der muß auch bereit sein, unseren Arbeiter- und Bauernstaat, alles das, was er selbst mit geschaffen hat, aktiv zu schützen.«

Dem Heft 2, Ziviler Bevölkerungsschutz, erschienen 1956 im Maximilian-Verlag Köln, sind die Worte des Herrn Bundesministers des Inneren aus der 125. Sitzung des Deutschen Bundestages am 20. Januar 1956 vorangesetzt:

»Keine Macht der Welt kann uns die volle Gewißheit geben, daß uns die Schrecken des Atomkrieges erspart bleiben . . . Die Sicherheit verlangt Opfer, sie verlangt Opfer von jedem einzelnen. Das ist ein geschichtliches Gesetz. Auch bei dieser Entscheidung geht es um die Bewährung unseres Willens zur Selbstbehauptung.«

Wundert man sich darüber, wenn bei einer derartigen Behandlung unserer Notsituation viele Menschen kein Zutrauen zu dem haben, was ihnen über den offiziellen Weg zugeleitet wird?

In der Bundesrepublik liegen bis herunter zu den Bezirksregierungen Anweisungen für eine Evakuierung der Bevölkerung aus ihren Wohnorten vor.

Obwohl eigentlich gerade in Deutschland nicht vergessen sein sollte, welche Schreckensszenen sich beim Verlassen von Haus und Hof abgespielt haben, die natürlich heute weitere Steigerungen erfahren dürften, beschäftigt man sich bis in Einzelplanungen hinein unbeirrt mit solchen Gedankengängen. Hören wir wieder Professor *Bechert* zu dieser Frage:

»Aller Wahrscheinlichkeit nach würde der größte Teil Deutschlands

zum besonders gefährdeten Gebiet gehören, und das würde erst recht gelten, wenn es nicht zu einem atomaren Blitzkrieg, sondern zu einem Abnutzungskrieg mit atomaren Waffen käme, wie er heute von manchen als wahrscheinliche Form des Atomkrieges angesehen wird. Ein großer Teil der Bevölkerung müßte dann evakuiert werden, vermutlich mindestens zwei Drittel, wenn der Streifen, in dem der Abnutzungskrieg geführt würde, nicht sogar ganz Deutschland umfassen würde. Und die Bevölkerung müßte weit nach Frankreich gebracht werden, wo sie auch nicht viel sicherer wäre vor radioaktiver Verseuchung. Außerdem würde sich die ungeheuerliche Aufgabe der Versorgung einer evakuierten Bevölkerung mit unverseuchten Lebensmitteln ergeben, und mit Wasser, um nur einiges zu nennen. Und schließlich wäre Evakuierung vor Kriegsausbruch eine politische Demonstration, die den Kriegsausbruch beschleunigen würde. Man kann sich kaum vorstellen, daß sie Wirklichkeit werden könnte.

Der Plan einer Evakuierung größerer Teile der deutschen Bevölkerung kann also zwar ausgearbeitet, aber nicht ausgeführt werden.«

Stender fragt aggressiver im Zusammenhang mit einem vor einiger Zeit einmal aufgetauchten Plan der Evakuierung von 6,5 Millionen Einwohnern an der Zonengrenze wofür man nach planmäßiger, ungestörter Vorbereitung fünf Friedenstage nötig hätte, wie man Transportmittel, Verpflegung, Schutz sicherstellen wolle? Es ist einfach gar nicht auszumalen, wie unter kriegerischen Bedingungen nur die Teilverlagerung einer Bevölkerung vor sich gehen würde.

»Die Luftschutzerfahrungen aus USA, nach denen man glaubte, die Zahl der Opfer um 90 vom Hundert herabsetzen zu können, lauten — trotz aller nachträglichen Beschönigungsversuche – klar und nüchtern: Auch ein einmaliger, relativ leichter Atomschlag führt — trotz aller Schutzvorbereitungen, trotz stundenlanger Vorwarnungen, trotz der Massenevakuierungen — zu unvorstellbaren Katastrophen. Bei der ›Operation Alert‹ 1956 rechnete man für Groß-New York mit 4,3 Millionen Toten und 1,6 Millionen Verletzten, in Chikago mit 277 000 Toten und 558 000 Verletzten, obgleich hier nur Vororte als getroffen galten.«

Nehmen wir ruhig einmal an, daß es bei einer einzigen solchen Katastrophe bliebe. Es müßte eine Hilfsaktion einsetzen, die an Umfang und Zeitaufwand so groß wäre, daß man erst nach Monaten eine Übersicht über ihr Ausmaß hat und die notwendige Versorgung sicherstellen kann. Und auch das nur, wenn keine andere Aufgabe dazwischenkommt. Prinzipiell muß sich jede Rettungsaktion bei einer Atom-

katastrophe — auch im Frieden — in drei Abschnitte gliedern, die sich teilweise überschneiden können:

a) Absperrung des voraussichtlich verseuchten Gebietes. Vorbereitung zur Räumung des radioaktiven Trümmerfeldes mit Spezialfahrzeugen und Kontrolle durch Meßgeräte während der Phase des Abklingens der kurzlebigen Radioaktivität.

b) Freilegung von verschütteten Bunkern. Trümmerbeseitigung mit strahlengesicherten Baggermaschinen, Bergung von Verletzten und Verseuchten in dem verwüsteten Gebiet.

c) Endgültige Absperrungsmaßnahmen und Versuch einer weitgehenden Entseuchung von Gelände und Bauten.

Zu a): Die Absperrung des Verseuchungsgebietes einer einzigen »einfachen« H-Bombe von 15 000 bis 20 000 Quadratkilometern dürfte sich auch nur durchführen lassen, wenn sonst das ganze andere Land unbetroffen bleibt und keine weiteren Atomschläge zu erwarten sind. Völlig ungeklärt ist der Einsatz einer größeren Zahl von strahlungsgesicherten Baggern, Raupenschleppern und Spezialfahrzeugen. Sie bestehen zwar schon in der Planung und Entwicklung, aber selbst dabei ist man weit, weit davon entfernt, auch nur den elementarsten Erfordernissesn nachzukommen, obwohl diese Fahrzeuge selbst für den Friedensbedarf eine Notwendigkeit darstellen. Man schreibt mir dazu:

»Wir haben bei ... vorfühlen lassen, dort jedoch ein vollstes Unverständnis für die Lage und die Erfordernisse überhaupt sowie keine klare Vorstellung über die Gefahren und Möglichkeiten der Verseuchung beim Einsatz atomarer Waffen festgestellt, worüber wir einigermaßen bestürzt sind, denn das Problem ist ja an und für sich so klar und eindeutig, daß sich eine besondere Erklärung und Erörterung wohl erübrigt. Was nützen die besten atomsicheren Bunker, unterirdische Verpflegungs- und Vorratslager, unterirdische Industriewerke und so weiter, wenn eine davorliegende starke Strahlungsquelle, Trümmer von Atombomben mit starker Sekundärstrahlung und so weiter das Verlassen oder Betreten dieser Bunker verhindern (Mausefalle) und ohne besondere Vorrichtungen nicht beseitigt werden können.«

Gehen wir wieder von der Voraussetzung aus, daß auch diese Schwierigkeiten überwunden würden und wir mit der Aufbietung all unserer materiellen Mittel und ausreichendem Idealismus für die Bereitstellung dieser und einer noch viel größeren Zahl von ebenso abgesicherten Sanitätsfahrzeugen gesorgt hätten, dann müssen diese — warten! Welche Zeit, das hängt nicht nur von der Art der Bombe, sondern ebenso von den getroffenen Objekten (z. B. Atomindustrie) ab, und

auch von der damit unter Umständen sehr starken Sekundärstrahlung. Selbst *Becherts* Berechnungen über die Ausstrahlung von 5 R pro Stunde nach sieben Tagen gehen von vorsichtigen Schätzungen aus; die Wirklichkeit wird uns ganz anderen Problemen gegenüberstellen.

Darüber hält uns selbst *Riezler,* der einen Atomschutz für möglich ansieht, ein grausiges Kolleg:

»Ganz anders ist das bei einer uranarmierten Wasserstoffbombe. Wenn deren Sprengenergie gleich 1000 Standardbomben ist, so dürfte die erzeugte Radioaktivität etwa 500mal so groß sein wie die einer Standardbombe, das heißt, nach einer Stunde sind noch etwa drei Millionen Megacurie (MC) vorhanden, also eine Strahlung, die der von drei Millionen Tonnen Radium entspricht. Nach 24 Stunden sind noch 70 000 MC, nach einer Woche 7000 MC, nach einem Monat 1200 MC vorhanden. Auch das Letzte ist immer noch drei- bis viermal soviel wie die Aktivität der von manchen so gefürchteten Kobaltbombe. Nimmt man an, daß die Aktivität bereits nach einer Stunde ausgeregnet ist — eine übertriebene Annahme, denn das Ausregnen geht wesentlich langsamer — so erhält man daraus eine Dosis von 150 Millionen Curie x Quadratkilometer. Das bedeutet, daß zum Beispiel ein Gebiet von 150 000 Quadratkilometer eine Durchschnittsdosis von 1000 R bekäme. Diese Zahl ist, wie gesagt, etwas zu pessimistisch, aber man muß doch damit rechnen, daß ein Gebiet von der Größenordnung 100 000 Quadratkilometer, also etwa so groß wie Belgien, so stark verseucht wird, daß ein dauernder Aufenthalt darin sicher zum Tode führt. Eine Flucht ist bei einem so großen Gebiet nicht möglich. Es helfen nur geeignete Schutzräume.«

Die Bevölkerung selbst ist gegen eine beabsichtigte Vernichtung, d. h. gegen den Willen des Feindes, überhaupt nicht mehr zu schützen. Diese klare Feststellung ergibt sich aus der den Charakter eines Gutachtens besitzenden Broschüre der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler e. V., die mit einem Vorwort von den Professoren *Hahn, Heisenberg* und *v. Weizsäcker* versehen wurde. Es scheint mir besser zu sein, wenn man die ungeschminkte Wahrheit hört und danach seine Verhaltensweise einrichten kann. Verständlich werden derartige, schockierende Aussagen, wenn man sich vor Augen hält, daß sich die großen Städte mit einem Bruchteil der Kernenergie verbrennen lassen, die nötig ist, um die besser geschützten militärischen Tiefbauten zu zerstören. Gegen die Zivilbevölkerung würde strategisch im Vernichtungskrieg die hochgezüchtete Superbombe möglicherweise im weiträumigen Flächenbeschuß eingesetzt werden. So kann eine in günstiger Höhe zur Entzündung gebrachte 20 Megatonnenbombe bei wolkenlosem Himmel im

Bereich von etwa 10 000 Quadratkilometern eine Hitze von mehreren hundert Grad auf dem Erdboden hervorrufen. Verbrennungen zweiten Grades dürften auf einem Gebiet von 20 000 oder 30 000 Quadratkilometern möglich sein.

Die Feuerstürme und der nachfolgende Unterdruck hätten in solchen Fällen den Charakter einer unausdenkbaren Katastrophe. Anfängliche Spitzengeschwindigkeiten der Stürme von mindestens 2000 km in der Stunde sind zu erwarten. Was hier nicht verbrennen sollte, wird durch Rauchentwicklung, Kohlenmonoxydbildung vergiftet werden. Alle bisherigen Filtervorrichtungen tieferer Bunker müssen versagen.

Die ärztliche Wahrheit über die Therapie des Strahlenschadens lautet ähnlich wie die über die Schutzmaßnahmen: Unter Friedensbedingungen können kleine Gruppen von Strahlengeschädigten mit leichteren Syndromen mit den heutigen Hilfsmitteln wahrscheinlich geheilt werden. Im Katastrophenfalle eines Atomkrieges können nur wenige der Verletzten mit rechtzeitiger fachmännischer Behandlung rechnen, selbst wenn die Ausbildungsfragen gelöst, die organisatorischen Vorbereitungen beendet sind. *(Stauder).*

Was man nach einem Atombombenangriff an Arzneimitteln oder Blutkonserven überhaupt noch — ohne den Verletzten oder Verseuchten zusätzlich zu schädigen — benutzen kann, ist mehr als fragwürdig. Dazu einige Meldungen aus medizinischen Zeitschriften:

1. »42 gebräuchliche Arzneimittel wurden anläßlich eines in Nevada durchgeführten Atombombenversuches den ionisierenden Strahlen ausgesetzt. In relativ naher Entfernung vom Explosionsort wurden die Präparate (Vitamin B_{12}, D und K, Morphiumsulfat, Pantopon, Barbiturate, Atropinsulfat, Digifolin, Adrenalin, Sulfadiazin, Insulin und Protamin-Zink-Insulin, Äther, Antibiotika, Cortison und einige Infusions- und Blutersatzlösungen) in Glasbehältern oder in Ampullen und ihren normalen Verpackungen in einer schweren Holzkiste in den Boden eingegraben und mit einer dünnen Erdschicht überdeckt. Hierdurch sollte die für Katastrophenfälle wichtige Frage geklärt werden, ob Arzneimittel bei Atombombenexplosionen Veränderungen erfahren.

Das Ergebnis dieser Versuche ist inzwischen in mehreren ärztlichen und pharmazeutischen Fachzeitschriften mitgeteilt worden. Danach wiesen zahlreiche Arzneimitel meßbare Radioaktivität auf. Sämtliche Glasbehälter waren in erheblichem Maße radioaktiv. Farblose Gläser färbten sich dunkel, was zugleich als Warnsignal dienen kann. Insulin zeigte eine Wertminderung von etwa zehn Prozent, Vitamin B_{12} eine solche bis zu 50 Prozent. Wie die Zeitschrift der Amerikanischen Pharmazeutischen Gesellschaft dazu mitteilt, entstehen bei Verwendung der

den ionisierenden Strahlen ausgesetzten Arzneimittel keine Gesundheitsschädigungen. Inwieweit diese Ansicht zutrifft, müssen jedoch weitere Untersuchungen erst noch bestätigen.«

2. »Blutkonserven lösen heute in großem Maßstab die Direktübertragung ab. Bei rund 80 Prozent aller Bluttransfusionen bedient man sich heute der Konserven. Das DRK gibt eine Lagerfähigkeit der Konserve von drei Wochen an. Das Konservenverfahren ermöglicht, auch ländliche Gegenden in die Aktion — Spendewesen und auch Verteilung — einzubeziehen. Um den jährlichen Blutbedarf zu decken, wären 500 000 Spenden nötig. Hierzu fehlen noch 150 000.«

3. »Hinweis auf die Ausführungen von *Traumen* in der ›Vierteljahresschrift für schweiz. San. Offz.‹ (34,1957—3—202). Dieser schätzt für einen Großkampftag den Bedarf an Transfusionsblut und Plasma im Divisionsabschnitt auf 500 bis 1000 Liter. Ein Siebentel dieser Menge entfällt als Anteil auf Plasma oder Plasmaersatzmittel.«

4. »Nach holländischen Berechnungen würden zur ärztlichen Versorgung einer Stadt von 500 000 Einwohnern, die einer Atombombenexplosion ausgesetzt waren, 50 000 Liter Blutkonserve, 25 000 Liter Plasma und mindestens 100 000 Liter physiologischer oder Glukose-Lösung benötigt. Über die zur Verabfolgung dieser Mittel erforderlichen Geräte und entsprechend geschultes Personal enthält die Mitteilung keine Angaben.«

In meinem Taschenbuch über »Atomare Gefahr und Bevölkerungsschutz« habe ich ausführlich zu den ärztlichen Fragen Stellung genommen, die sich bei den überdimensionalen Vernichtungswaffen ergeben. Jede Hilfeleistung ist in erster Linie davon abhängig, daß größere Teile des betroffenen Landes von stärkerer Kriegseinwirkung verschont geblieben sind. Dazu gehört aber auch eine weitgehend intakte Organisation einschließlich Nachschubmöglichkeiten aus einer weiterarbeitenden Industrie. Prof. *S. Melman* von der Columbia Universität (USA) schreibt in seiner fachmännischen Untersuchung über diese Voraussetzung, man müsse damit rechnen, daß bereits bei einem mittleren Kernangriff auf die USA zwei Drittel der Industrie allein durch die Feuergewalt ausfallen können.

Wenn man also überhaupt schätzen will, was an Hilfeleistung möglich ist, so muß man von vornherein eine unwahrscheinliche Ausnahme machen. Sie entspricht der beliebten Manöveraufgabe für den Bevölkerungsschutz: Versorgung eines umschriebenen Katastrophengebietes. Obwohl nicht zu erwarten ist, daß in der Bundesrepublik im Ernstfall nur eine Stadt betroffen sein wird, soll diese Voraussetzung einmal für eine Stadt von einer Million Einwohnern gelten. Selbst wenn

man nach einem Feuerüberfall »nur« mit einem Drittel von versorgungsbedürftigen Personen rechnet, sind das über 300 000 Menschen. Geht man davon aus, daß trotz Feuersturm und Verseuchung ein ärztliches Arbeiten durchführbar ist, dann ergeben sich folgende Überlegungen:

»Wir haben es dann an dieser Katastrophenstelle mit etwa 330 000 Verwundeten zu tun. Sie müßten in über 300 000 Behelfsbetten untergebracht werden, d. h. es entstünde ein akuter Bedarf, der höher als die Hälfte der überhaupt in der ganzen Bundesrepublik vorhandenen Krankenbettenzahl liegt. In der völlig zerstörten Innenstadt wird es nicht möglich sein, jemanden unterzubringen. Nach einem unbeschreiblich mühevollen Auffinden der Verwundeten — wann? — wird also ein Abtransport stattfinden müssen, an dem sich in wochenlanger Arbeit die Sanitätsmannschaften sämtlicher Länder der Bundesrepublik beteiligen müßten. Aus eigener Hilfe dürfte auch nicht mit ärztlicher Versorgung zu rechnen sein, denn selbst wenn sogar von den 2000 Ärzten 750 arbeitsfähig geblieben sein sollten, wird ihnen eine Arbeitsmöglichkeit fehlen. Wäre ihnen oder anderen von auswärts zu Hilfe eilenden Kollegen behelfsmäßig ein Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt worden, welche Größenordnungen sind zu berücksichtigen?

Die Verwundeten müssen vorgesichtet werden, um zu entscheiden, welcher Behandlung sie zugeführt werden sollen. Nimmt man an, daß zu dieser Beurteilung nur erfahrene Ärzte zur Verfügung stehen, und diese ohne jeden Zeitverlust einen Patienten nach dem anderen im Fließbandverfahren vorgeführt bekämen, so muß man ihnen wenigstens 5 Minuten Zeit geben. Bei 24stündiger Arbeit bis zum Umfallen könnte ein Arzt 300 Verletzte »sortieren«. Es dürfte dabei aber keine Aufenthalte geben und keine Zusatzkontrolle der möglichen radioaktiven Verseuchung, weil dadurch erhebliche Zeitverluste einträten.

Jeder wird einsehen, daß solche Bedingungen in der Praxis nie vorliegen werden, aber selbst bei einer so utopischen Annahme benötigt man für 24 Stunden die ununterbrochene Tätigkeit von 1000 Ärzten.

Schwer- und Leichtverletzte sind nun getrennt. Man wird ohne Übertreibung voraussetzen können, daß die Hälfte einer ausgedehnteren chirurgischen Behandlung bedarf. Um die Zeitschätzungen nicht zu komplizieren, lassen wir die durchschnittliche Erstversorgung nicht länger als 30 Minuten dauern. Das sind etwa 165 000 Arbeitsstunden, die sinnvollerweise in den ersten (1—5) Tagen geleistet werden müßten, sollen die Verletzten nicht doch noch an Blutungen, Infektionen, Verbrennungen u. a. unbehandelt zugrunde gehen.

Nehmen wir durchschnittlich 3 Tage zu 72 Stunden als Grenze an.

2 Chirurgengruppen mit nur 2 Ärzten würden das bei umschichtig 8 Stunden Arbeit unter Notstandsbedingungen vielleicht schaffen. Die geforderte Leistung von 165 000 Arbeitsstunden innerhalb von durchschnittlich 3 Tagen müßte danach von ca. 9000 chirurgisch vorgebildeten Ärzten erbracht werden.

Sie könnten sich dabei allerdings weder um die Vorbereitung zu den Operationen noch um eine Nachbehandlung kümmern, wozu es anderer Ärzte und weiterer Hilfskräfte bedarf, die mindestens zahlenmäßig das 5—6fache umfassen, bei Einrechnung von Transport- und Nachschub sogar das 10—12fache, d. h. also an dieser einzigen Katastrophenstelle den unermüdlichen Einsatz von 90 000—100 000 sanitär vorgebildeten Personen. Sie müssen ergänzt werden durch mindestens die gleiche Zahl von Feuerwehr- und Trümmertrupps, Entseuchungsgruppen für leicht auftretende Epedemien, Kontrollen der radioaktiven Verhältnisse, Absperrungen.

»Eine in den USA erschienene amtliche Anweisung an die Ärzte für den Fall von Atomkatastrophen jeder Art, besonders aber im Kriegsfalle, untersagt ihnen, sich um Schwerverletzte zu bemühen! Sie haben ihre Tätigkeit ausschließlich Leicht- und Mittelschwerverletzten angedeihen zu lassen, um diese Gruppen raschmöglichst wieder arbeitsfähig zu machen. ›In Fällen, die einen raschen Tod nicht erwarten lassen, sind die Beschädigten aus psychologischen Gründen von der übrigen Bevölkerung an unzugänglichen Orten oder in geschlossenen Häusern zu isolieren, zu deren Betreuung, soweit vorhanden, untergeordnetes Pflegepersonal ausreicht‹.«

Nun gibt es auf der ganzen Welt keinen Arzt, der diesen — dem hippokratischen Eide widersprechenden – Anordnungen in der Praxis nachkommen könnte! Vielleicht ließen sich gerade noch die offensichtlich völlig hoffnungslosen Verletzten absondern — eine Unterscheidung bezüglich einer leichten oder mittelschweren radioaktiven Verseuchung ist jedoch kaum oder nur in seltenen Fällen durchführbar. Ich habe im biologischen Teil die Fragestellungen genannt, die den Arzt beschäftigen müssen, wenn er einen Verseuchten zu behandeln beginnt. Niemand vermag jedoch exakt zu sagen, wieviel von dieser oder jener Art schneller abklingender Radioaktivität den Menschen getroffen hat. Begegne ich ihm nach der Katastrophe, dann vermag ich nach der Entwicklung des ihm zur Kontrolle umgehängten Röntgenfilms vielleicht zu sagen, daß er an dieser einen Stelle so oder so hoch belastet wurde, ich weiß aber nichts über die Schädigung der verschiedenen Organe, die vielleicht geschützter oder gefährdeter gelegen haben. Ein völlig unzureichendes »Sortierungsmittel« ist in einem solchen Falle der Gei-

gerzähler, weil er nur die Radioaktivität — und diese nicht einmal vollständig — messen kann, die im Augenblick des Auffindens des Verwundeten vorliegt. Ich habe jedoch keinen Anhaltspunkt für das, was vorher bereits an kurzlebiger, verklungener Radioaktivität über den Körper gegangen ist. Die Schädigung ist dann geblieben, da ich aber zum Beispiel nur verhältnismäßig wenig langlebige Substanzen messe, suche ich unter Umständen gerade den »Falschen« heraus. Die Technik ist moralischer als der Mensch, sie setzt ihm Grenzen für seine Teufeleien.

Nur noch einen kurzen Hinweis auf die praktisch unüberwindlichen Schwierigkeiten bei der Entseuchung von Gelände und Gebäuden *Harder* und *Kühn* beschrieben vor einiger Zeit in einer Fachzeitschrift »Die Entseuchung der ehemaligen Räume eines Radiumbetriebes«. Ich entnehme diesem Aufsatz einige Angaben:

»Es handelte sich um acht Laboratorien und Nebenräume im dritten Stockwerk eines größeren Laborgebäudes, in denen von 1948 bis 1953 etwa 5 g = 5 C Radium und 300 mg = 250 C Radiothor verarbeitet worden waren. Im Hinblick auf die weitere Verwendung dieser Räume sollten wieder Normalbedingungen der radioaktiven Umgebungsstrahlung hergestellt werden . . . Neben dem geforderten Entseuchungsgrad mußte die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen berücksichtigt werden, so daß vor Beginn der Hauptarbeiten Vorversuche über geeignete Methoden zweckmäßig waren. Dieses Vorgehen empfahl sich besonders, da noch kein ausreichendes Erfahrungsmaterial in der Literatur vorlag . . . Für die Feststellung des Verseuchungsgrades war eine Strahlungsmessung in Raummitte nicht ausreichend; sie mußte durch Abtastmessung an allen Oberflächen sowie durch Untersuchung von Luft- und Materialproben ergängt werden. Die erreichten Endwerte der Zählrate und der Luftaktivität lagen 25 Prozent beziehungsweise 40 Prozent über den Normalwerten. — Als ungünstig erwies sich die Lage des Betriebes im dritten Stockwerk, weil durch die Abflußrohre eine Strahlenbelastung und Luftverseuchung der unteren Stockwerke auftrat. Die erforderlich gewordenen radikalen Entseuchungsmaßnahmen lassen es als wünschenswert erscheinen, daß in Betrieben, die radioaktives Material verarbeiten, die Farbanstriche, Fußboden-, Wand- und Deckenverkleidung aus billigem, leicht entfernbarem Material hergestellt werden . . .«

Man braucht diese Überlegungen mit gleichzeitiger Einbeziehung von unendlich vielen Unbekannten nur einmal auf größere Verhältnisse zu übertragen, um einsehen zu können — sofern man das *will* —, daß wir vor kaum gedanklich, geschweige denn organisatorisch und

praktisch zu erfassende Hindernisse bei dem passiven Atomschutz gestellt werden. So gleicht der Mensch in seiner rührenden Hilflosigkeit vor seiner eigenen Schlechtigkeit dem symbolischen »Krieger mit Schild«, den Henry *Moore* geschaffen hat: »Ein stierhaftes, doch fügsames, ein starkes, wiewohl geschlagenes Wesen, leidend — der Spalt in der Mitte des Schädels —, resignierend, aber dennoch trotzend!«

Ob es sich um Schutzbauten, Ernährungsvorsorge, Transportprobleme, ärztliche Betreuung und Krankenpflege oder die Bereitstellung von Medikamenten und Blutersatz handelt, alles hat nur einen sehr begrenzten Sinn. Da eine vollkommene Vorsorge nicht geschaffen werden kann und weder Schutz noch Behandlungsmöglichkeit beim totalen Krieg denkbar sind, vermag man sich nur dem glücklichen Zufall anzuvertrauen. Er besteht darin, daß man vielleicht Bewohner einer Randzone der Vernichtung sein wird und insgesamt nur so viel Atombomben fallen, um gerade noch ein Weiterleben zu gestatten. Damit erübrigen sich dann aber auch die sowieso aus finanziellen Gründen nicht erstellbaren Großbunkerbauten. Sie wären besser zu ersetzen durch weit gestreute und nicht zentral in Großstädten massierte Schutzkeller. Sie brauchen nur gegen Trümmer und den ersten radioaktiven Niederschlag zu schützen. Eine derartige wirtschaftliche Belastung ist wahrscheinlich gerade noch tragbar, vermeidet den Eindruck einer ungerechten Verteilung des Risikos und gibt nach außen für politische Verhandlungen zu erkennen, daß man sich der Unmöglichkeit eines wirklichen Schutzes wohl bewußt ist. Weiterhin trägt eine solche Lösung der Tatsache Rechnung, daß man strategische Entscheidungen des möglichen Gegners nicht voraussagen kann. Angriffsschwerpunkte lassen sich zwar vermuten, es wäre jedoch falsch, auf solchen Vermutungen ein ganzes Schutzsystem aufzubauen.

In internationalen und deutschen »Rote-Kreuz«-Organisationen machen sich andere Kräfte bemerkbar, die sehr deutlich begriffen haben, daß im Atomzeitalter die durch den Genfer Bürger Henri *Dunant* ins Leben gerufene Bewegung für humanitäres Denken und Helfen einer Erweiterung bedarf. Man bereitet einen echten Katastrophenschutz mit den gegebenen, unvollkommenen Mitteln vor, dagegen wird und kann kein vernünftiger Mensch etwas einwenden. Während man sich früher aber nicht mit der Frage der Kriegsverhütung befaßt hat, sondern sie als leider sich wiederholende Gegebenheiten hinnahm, mußte sich diese Einstellung heute ändern. Daher hatte das Internationale Rote-Kreuz-Komitee in Genf 1957 der großen Konferenz in Delhi einen Entschließungsentwurf vorgelegt, der praktisch den Ver-

zicht auf atomare Waffen verlangte, in den aber auch Giftgase und bakteriologische Kampfmittel mit einbezogen waren.

Der entsprechende Artikel lautete: (Artikel 14 — Verbotene Kampfmittel):

»Unbeschadet eines bestehenden oder künftigen Verbotes bestimmter Waffen ist der Gebrauch von Kampfmitteln verboten, deren schädliche Wirkung — insbesondere durch Ausbreitung von brandstiftenden, chemischen, bakteriologischen, radioaktiven oder anderen Stoffen — sich unter Gefährdung der Zivilbevölkerung in unvorhergesehener Weise ausbreiten oder räumlich oder zeitlich der Kontrolle desjenigen entziehen könnte, der sie verwendet.

Dasselbe gilt für Waffen mit Zeitzündung, deren gefährliche Wirkung die Zivilbevölkerung treffen kann.«

Diese Forderung leitet sich aus der mehrfach erwähnten Unmöglichkeit her, die Atom- sowie die chemischen und bakteriologischen Vernichtungswaffen gezielt einzusetzen. Man wollte daher die Regierungen dazu bringen, die Anwendung von solchen Waffen zu verbieten, die erhebliche Verluste unter der Zivilbevölkerung hervorrufen. Nach dem, was wir an verschiedenen Stellen dieses Buches an Tatsachenmaterial gebracht haben, würde eine Zustimmung zu diesen Thesen nicht nur die Ächtung des Krieges für den zivilen Sektor, sondern auch die Absage an den Krieg überhaupt bedeuten.

Wegen der politischen und militärischen Konsequenzen dieses Beschlusses beeilte man sich, dem »Roten Kreuz« die Zuständigkeit zu bestreiten, sich mit solchen Fragen zu beschäftigen und Vorschläge zu machen.

Das Kampfmittel entzieht sich der menschlichen Kontrolle und daher folgert *Bargatzky* zu Recht: »Es gibt einen Punkt, bei dem die Grausamkeit des Krieges jegliche Neutralität beseitigen muß, weil die Neutralität sonst nichts anderes zur Folge hätte als die Beseitigung der Humanität.« Ließe man sich davon leiten, daß der Krieg gegen Zivilpersonen ein verbotener Krieg sei, so könne nicht mehr die Humanisierung der bloßen Kriegsmethode, sondern nur noch die totale Humanisierung helfen, das aber hieße nichts anderes als eben die totale Ächtung des Krieges im zivilen Sektor.«

Schlögel hat zusammenfassend festgestellt:

»Das Rote Kreuz hat von Anfang an die Verwendung von Atomwaffen für unvereinbar mit den Geboten der Menschlichkeit gehalten und alle Regierungen der Welt beschworen, von ihrem Gebrauch abzusehen. Bei dieser Forderung ließ sich das Rote Kreuz nur von den Geboten der Menschlichkeit leiten.«

Die internationalen Rote-Kreuz-Organisationen haben darüber hinaus durch die Vorlage des oben dargestellten Entwurfs einen praktischen Weg gewiesen, um zu einer allseits befriedigenden Lösung zu gelangen. Es wird auch in Zukunft die Aufgabe aller nationalen Rotkreuzgesellschaften und auch des Internationalen Roten Kreuzes sein, alles zu tun, um diesem Entwurf zur Annahme zu verhelfen. Bei dem recht beachtlichen Einfluß dieser großen Hilfsorganisation vermöchten einen solche Gedankengänge mit Hoffnung erfüllen, wenn man den damit verbundenen Vertrags- und Rechtsoptimismus teilen könnte.

Freie Meinungsäußerung - ein Menschenrecht

Auf dem Gebiet der Zivilverteidigung gibt es weder Konkurrenz noch Ersatz. Es geht mehr darum, sie in einem ansprechenden Licht darzustellen, um sie als etwas Neues erscheinen zu lassen. Kurz, man muß es verstehen, den Geschmack der Menge auszubeuten, ihn anzusprechen und den besten Augenblick abzuwarten, wo sie günstig reagieren wird.

Aus einem Mitteilungsblatt der Internat. Organisat. für Zivilverteidigung, November 1960

Auf dem Europäischen Kongreß gegen Atomrüstung 1959 hat *Jungk* eine »Europäische Charta« verkündet, in der es unter »2. Information und Erziehung« heißt:

»Wir bekennen uns zu einer verstärkten Information und Erziehung der Öffentlichkeit in bezug auf alle Tatsachen und Probleme der sich immer rascher entwickelnden wissenschaftlich-technischen Revolution.

Deshalb kämpfen wir gegen Geheimhaltung, Verschleierung und Verharmlosung der Gefahren, die sich aus diesem neuen Stand der Dinge ergeben, befürworten aber ebensosehr eine nüchterne Überprüfung aller sich aus diesem Umschwung ergebenden Möglichkeiten einer materiellen Besserung der menschlichen Lebensbedingungen.«

Jungk ist berufen, so etwas zu sagen; denn er hat am eigenen Leibe erfahren, wie Vorträge, Meinungsäußerungen, Artikel, Bücher durch Weglassung, andere Sinngebung, durch aus dem Zusammenhang gerissene Zitate entstellt werden können. Ebenso ist das Verschweigen unbequemer Kritik ein beliebtes Mittel einer gesteuerten Berichterstattung. Es ist bezeichnend für unsere heutige Situation, daß solche Thesen wie die obigen überhaupt verfaßt werden müssen, während wir uns eigentlich in jedem Lande unserer guten Unterrichtung und Pressefreiheit rühmen. Man mag als Ergänzung dazu die nach dem letzten Kriege veröffentlichte »Allgemeine Erklärung der Menschenrechte« durch die Vereinten Nationen nachlesen. Dort heißt es unter Artikel 19:

»Jeder Mensch hat das Recht auf freie Meinungsäußerung; dieses Recht umfaßt die Freiheit, Meinungen unangefochten anzuhängen und Informationen und Ideen mit allen Verständigungsmitteln ohne Rücksicht auf Grenzen zu suchen, zu empfangen und zu verbreiten.«

Nun ist das leichter geschrieben als in praxi durchgeführt! Vor allen Dingen beginnt die Schwierigkeit dann, wenn die Meinungsäußerungen dem jeweils herrschenden Regime unbequem sind. Allein das Jahrzehnt nach Abgabe dieser Erklärung hat einem weltoffenen Beobachter die Fragwürdigkeit solcher Verheißungen zur Genüge vor Augen geführt. Da jedoch niemand in die Zukunft zu sehen vermag und die Vielfalt der Beeinflussungsfaktoren der menschlichen Geschichte noch unübersehbar ist, kann praktisch immer unter irgendeinem Vorwand die Erziehung geändert, die Information beschnitten und die Meinungsfreiheit eingeschränkt werden. Immer wird das natürlich unter der Parole des Heils für den einzelnen geschehen.

In einem Zeitalter, in dem angeblich das Volk der Souverän ist, hat sich die Praxis eingebürgert, daß man sehr auf die Form achtet, mit der man dem Wähler die Notwendigkeit staatlich beschlossener Maßnahmen klarmacht, aber weniger Wert darauf legt, ihm den wirklichen Sachverhalt zur Beurteilung vorzulegen.

Es gibt allerdings keinen Zweifel darüber, daß die meisten unserer Überzeugungen nicht durch vertieftes Wissen oder kritisches Denken gewonnen werden, sondern daß wir aus der Kindheit in unser bewußtes Leben mit einem ganzen Kleiderschrank voller Vorurteile eintreten. Unsere Ansichten und Vorstellungen sind in einem starken Maße von dem Lebenskreis bestimmt, in dem wir hineingeboren werden. In der Kindheit fehlt uns ausreichende Kritik, und so müssen wir notgedrungen schon in der Erziehung vieles von der herrschenden Meinung ohne Nachprüfungsmöglichkeit in uns aufnehmen.

Wer sich einmal das zweifelhafte Vergnügen macht, allein die deutschen Geschichtsbücher der letzten Jahre in ihren einzelnen Epochen durchzusehen und die Schilderung gleicher historischer Ereignisse gegenüberstellt, wird die Echtheit der Aussagen nicht allzu hoch einschätzen. Der tatsächliche Vorgang einer geschichtlichen Begebenheit war immer weniger wichtig als die Beleuchtung, in die man ihn zur Erziehung des Menschen für eine gewünschte Art von Staatsbürger stellen wollte. Man könnte viel mehr aus der Geschichte lernen, würde man nicht so viele Ereignisse zum Erziehungsmißbrauch im Sinne der gerade herrschenden Staatsideologie umformen. Genau wie wir noch immer zu unserem »Stammesgott« beten, der eine Einbeziehung der nationalen Feinde nicht zuläßt, so wird die Wahrheit aus mehr oder weniger aufgezwungenem Gruppeninteresse verfälscht. In einem Bericht, der von der UNESCO im Zusammenhang mit der allgemeinen Erklärung der Menschenrechte verfaßt wurde, kritisiert Prof. *Kandel* von der Columbia-Universität diese Tendenz sehr klar:

»In der Vergangenheit wurde der Unterricht als ein Instrument nationalistischer Politik verwendet, das nur zu oft dazu diente, nationalen oder rassischen Seperatismus zu lehren und den Lernenden die Lehre von der Höherwertigkeit der eigenen Rasse zu vermitteln. Und selbst in den Ländern, in denen die Ideen der Humanität das Kernstück des Lehrplans bildeten, wurde dem Gerüst so viel Aufmerksamkeit geschenkt, daß die wesentliche Bedeutung des Humanismus verlorenging. Die gemeinsamen Ziele, die dem Ideal der Menschenrechte innewohnen, können nur dann erreicht werden, wenn die Erziehungsprogramme und Lehrmethoden anerkennen, daß es keine nationale Kultur gibt, die nicht in einem viel höheren Grade, als es gemeinhin zugestanden wird, dem Einfluß des kulturellen Erbes der Menschen aller Rassen und Zeitalter zu verdanken ist. Das ist die Grundlage für die Freiheiten, die in den Menschenrechten enthalten sind.«

Unter den Geschichtsforschern findet man viele, die sich betroffen zeigen, daß derart häufig Fehlmeinungen von Generationen zu Generationen weitergetragen werden und daß es so schwer gelingt, neue Gedanken, die der veränderten Situation angepaßt sind, durchzusetzen. Aber auch jetzt, da man vor Augen hat, daß Umwälzungen vor sich gegangen sind, die die Beziehungen der Völker untereinander revolutioniert haben, gestehen wir uns die Rückständigkeit unserer Verhaltensweise nicht ein. Noch immer werden wir nicht auf das weltweite Zusammenleben vorbereitet, und die strittigen Sozial- und staatspolitischen Probleme werden nicht mit der gleichen Wahrheitsliebe untersucht, wie sie in den Naturwissenschaften zu Hause war und wodurch deren große Erfolge begünstigt wurden.

Im Gegenteil, man hält an den alten Vorurteilen fest, unterwirft sich schreienden Ungerechtigkeiten und empörenden Zufälligkeiten, sucht nach Entschuldigungsgründen für verwirrende Lagen, die sich immer mehr der Kontrolle entziehen, pocht auf menschliche Autorität, wo keine besteht, und beweist dadurch, wie sehr man in einer primitiven Gedankenwelt lebt. »Es ist eine bittere Wahrheit unserer Tage, daß in das Bollwerk der freien Wissenschaft eine gewaltige Bresche geschlagen wurde. Das freie Denken war es, das im Mittelalter die Heuchelei staatlichen Gottesgnadentums verurteilt, die falsche Anmaßung göttlicher Autorität offenbart und gebrochen hat und dem wir den frischen Wind der Aufklärung verdanken. Heute ist der Wissenschaft in vielen Teilen der Welt das gleiche Schicksal bereitet worden wie den Christen in Konstantins Reich. Die Universalität des Wissens wurde vom Staat beschlagnahmt!« *(Born).*

Das ist um so gefährlicher, weil es gerade jetzt auf eine unbefangene,

ungesteuerte und ideologisch nicht belastete Prüfung ankommt, auf welchem Wege das Friedens- und Verschmelzungsgefühl in allen Völkern ohne wesentliche Blutopfer praktisch vollzogen werden kann. Es gibt nämlich keinen Haß der Völker untereinander, es hat sich ein gesundes Empfinden dafür entwickelt, daß jede gewaltsame Auseinandersetzung nur ganz bestimmten Gruppen Nutzen gebracht hat, für die anderen stand das Ausmaß an Leid gewöhnlich in keinem Verhältnis zu dem nachher Erreichten! In vielen Schichten aller Völker sind längst ähnliche geistige Strömungen und Lebensgewohnheiten vorhanden, die einer geistigen Grenzniederreißung gleichkommen, die jedoch politisch durch nationale oder einseitige Weltbeglückerideologien künstlich aufrechterhalten werden.

Ideologien stehen uns für die Völkervereinigung genauso im Wege wie im täglichen Leben das einseitige Sektierertum, das zu einer »Vergötzung des Details« geführt hat. »*Nur* durch Gesundung des Bodens und Wassers, *nur* durch die Befreiung der Menschheit vom Zins, *nur* durch die Hebung des Lebensstandards, *nur* durch eine Geistrevolution, *nur* durch Bekehrung zum rechten Glauben« so lauten die Erlöserparolen vieler Menschen mit gutem Willen! *(Rottmann).*

Prof. *H. Freyer,* der sich als Soziologe und Historiker einen bedeutenden Namen gemacht hat, hat sich in seinem Buch »Theorie des gegenwärtigen Zeitalters« mit den Auswirkungen ideologischer Verkrampfungen befaßt. Er bezeichnet die Ideologien als gefährliche Lehrsysteme mit festgelegten Seligpreisungen und Verdammungen. »Wer sich einer Ideologie anschließt, muß sie mit Stumpf und Stiel schlucken und seine Abweichungen entweder für sich behalten oder sie so bagatellisieren, daß sie ›tragbar‹ werden.« Eine in diesem Rahmen wirkende Erziehung muß den Menschen ausrichten, muß ihn möglichst weit von kritischer Beobachtung zu entfernen suchen, die man andererseits von ihm für die im Dienst der Ideologie stehende Zweckwissenschaft fordert. In der Vielfalt menschlicher Erscheinungsform treten aber immer genügend Einzelpersönlichkeiten auf, in denen solche würdelosen Zumutungen, verbunden mit regelrechten Bewußtseinsaufspaltungen, zum Widerstand drängen. Daher waren und sind solche Zustände geschichtlich gesehen niemals von langer Dauer.

In dem Versuch der ideologischen Fesselung des geistigen Menschen liegt schon seine zukünftige Befreiung begründet. Das wird nicht immer sofort deutlich, besonders wenn schablonenhaftes Nachsagen das äußere Bild der Nation trägt, während sich schon längst Gegenströmungen bemerkbar machen.

Es ist wie beim Einzelmenschen. Die tiefgründigsten Theorien über

die Erziehung sind entwickelt worden, und nirgends gibt es vielleicht so viele, überzeugte Vertreter bestimmter Lehrmethoden wie gerade unter den Pädagogen. Aber beim Einzelwesen vermag niemand zu beurteilen, ob zum Beispiel ein Kind bei harter Erziehung erstarkt oder daran zerbricht. Eine weiche, nachgiebige Erziehung kann lebensuntüchtig machen, aber auch zu einer ungewöhnlichen Persönlichkeitsentfaltung führen. Was bei diesem oder jenem Menschen letztlich richtig war, bekommt meist der Erzieher nicht mehr zu sehen, schon gar nicht vermag er zu erkennen, ob er wirklich die wichtigsten und besten Anlagen gefördert hat. Die Auswertung einer so oder so aufgebauten Erziehung bleibt ein Geheimnis der menschlichen Seele, in die sie hineingeträufelt wird, auch — der Ausdruck sei verziehen — bei der Massenseele. Diese Unberechenbarkeit geistiger Strömungen als ein unbeeinflußbares Naturphänomen bleibt die große Hoffnung in einer Welt, die anscheinend dem Versuch einer automatischen Steuerung, wie bei Gliedergruppen, entgegenstrebt. Man darf deshalb auch ein Vertrauen in diesen Ausgleichsmechanismus der Natur haben, weil ihm die Großen wie die Kleinen unterliegen.

Wahrscheinlich wäre aber dieser Prozeß einer Menschwerdung mit neuen Bewußtseinsinhalten schon viel weiter fortgeschritten, wenn die alten ideologisch verkrampften, reaktionären Kräfte nicht ständig eine wahrheitsgetreue Information verhinderten. Auch das kann sich lebensbedrohend für die Menschheit auswirken.

Funktioniert beispielsweise in einem Körper infolge Blockierung oder Störung der signalgebenden Nervenstränge die Benachrichtigung gar nicht oder unvollkommen, so kann bei Infektionen oder anderen Erkrankungen jede Abwehrmaßnahme zu spät kommen oder falsch gerichtet sein. Der Vergleich läßt sich auf militärische und politische Ereignisse im Völkerleben übertragen. Viele der heutigen Informationen stiften Beunruhigung, wo es aus sachlichen Tatbeständen heraus nicht nötig wäre, und beruhigen dort, wo eine Alarmreaktion erwünscht sein müßte. Die Informationen sind bis in den Wissenschaftsbereich hinein bewußt gefärbt und mit Nebentönungen versehen, die den objektiven Sachverhalt undeutlich werden lassen, ihn verzerren, ja vollständig entstellen können. Der Zugang zu den Informationsquellen selbst ist oft genug verbaut, weil man gar kein Interesse daran hat, daß sich zu viel unbequemes Denken innerhalb der Massen breitmacht. Die Hinleitung und gesteuerte Einseitigkeit auf einengendes Fachwissen kann somit erwünschtes politisches Ziel zur einfacheren Massenlenkung sein. Daher das Prinzip, überarbeitete Informationen, Kurzfassungen aus »zweiter Hand« mit Erläuterungen zu verbreiten,

die außerdem wegen der paßgerechten Pillenform leichter geschluckt werden.

Sie sind auch genau wie die pharmazeutischen Präparate meist mit Geschmackskorrigentien und Einstreuungen versehen. Sie sollen von der Richtigkeit der propagierten Lebensordnung überzeugen und vermitteln damit schon Werturteile mit ideologischem Behang. Wenn man sich jedoch auf den Standpunkt stellt, daß »das Informationsrecht zu den Menschenrechten zählt, so bedeutet dies mehr als eine einfache Vergrößerung oder Verbesserung der Möglichkeiten, die dem Volk auf seinem Weg zur Erkenntnis zur Verfügung stehen, es bedeutet vielmehr die Forderung nach einer radikalen Revision der Funktion des Nachrichtenwesens. Man müßte darüber diskutieren, wie Produktion, Methoden und sogar Organisation der Nachrichtenindustrie zu gestalten sind, ohne Rücksicht auf die Interessen und Leidenschaften jener, die sie kontrollieren. Dabei muß man sich einzig und allein von der menschlichen Würde jener leiten lassen, die darauf hoffen dürfen, darin ein Mittel der freien Gedankenäußerung zu finden. Die Struktur und die Praxis des Nachrichtenwesens machen aus ihm ein Instrument der Ausbeutung; sie beeinflussen nämlich die Meinung der Massen in der Absicht, Kapital oder Macht herauszuschlagen. Sie können nicht mehr weiter geduldet werden, wenn man das Informationsrecht als eines der Menschenrechte ansieht; das Nachrichtenwesen wird dann notwendigerweise eine soziale Funktion im Dienst der intellektuellen Emanzipation.« Diesen Standpunkt vertrat jedenfalls nach dem letzten großen Krieg der Direktor der Kanzlei des Generaldirektors der UNESCO, René *Maheu.*

Es besteht kein Zweifel, wie sehr eine solche Auffassung die Verantwortlichkeit jener anspricht, die es sich zum Ziel gesetzt haben, Berichterstatter von Tatsachen, Dolmetsch von Aussagen zu sein. Der Journalist bewegt sich auf einem Grenzgebiet, wo selbst das Herausgreifen einzelner objektiv wahrer Tatbestände aus einem Zusammenhang schon eine Entstellung sein kann und das Weitergeben einer *Meinung,* wo Wahrheit gefordert ist.

Oft genug geschieht die Entstellung weil das Gefühl für die eigene Unfreiheit schon verlorengegangen ist, wie es *G. Anders* in seiner Studie über Helden und Ignoranten so überzeugend deutlich gemacht hat. Um über die persönliche Situation noch unbefangen nachdenken zu können, muß man wenigstens noch ein Rudiment an Freiheit besitzen. Vielleicht sollte man hier auch die vorausschauenden *Spengler*schen Gedankengänge zitieren, weil sie so überaus treffend den jetzigen Zustand umreißen:

»Einst durfte man nicht wagen, frei zu denken; jetzt darf man es, aber man kann es nicht mehr. Man will nur noch denken, was man wollen soll, und eben das empfindet man als seine Freiheit.

Und die andere Seite dieser späten Freiheit; es ist jedem erlaubt zu sagen, was er will; aber es steht der Presse frei, davon Kenntnis zu nehmen oder nicht. Sie kann jede ›Wahrheit‹ zum Tode verurteilen, indem sie ihre Vermittlung an die Welt nicht übernimmt, eine furchtbare Zensur des Schweigens, die um so allmächtiger ist, als die Sklavenmasse der Zeitungsleser ihr Vorhandensein gar nicht bemerkt.

Karl *Rahner* hat einmal von der ›großen Keuschheit der Tatsachen‹ gesprochen. Nun, man kann die Tatsache schänden, indem man sie fälscht, aber man kann sie auch entehren, indem man sie unterschlägt, in verkehrte Zusammenhänge setzt, vor schräge Kulissen stellt, auf krumme Horizonte projiziert, sie verkleinert oder vergrößert. ›Das Große groß, das Kleine klein nennen‹ ist nach *Görres* die Aufgabe der Publizistik.« (Zitiert nach *Roegele).*

Wenn beispielsweise eine besonders beauftragte Studiengruppe der Weltgesundheitsorganisation erklärt, daß die Begegnung der Menschheit mit einer Energiequelle von so zerstörenden Möglichkeiten wie die Atomkraft starke psychologische Reaktionen hervorruft und diese mehr oder weniger als pathologisch anzusehen sind, dann dürfte diese Aussage nur den kleineren Teil der Angst in der Öffentlichkeit erklären. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß selbst ein so gründlich durchgearbeiteter Bericht leider auf Voraussetzungen aufbaut, die keineswegs so gesichert erscheinen, wie man es der Öffentlichkeit einreden möchte. Sonst könnte darin nicht behauptet werden, daß die oft gehörten Befürchtungen ohne Grund seien, da sie im Widerspruch zu offiziellen Verlautbarungen stünden.

Gerade die Vertuschung bestimmter Unfälle, falsche Behauptungen hochangesehener Wissenschaftler und die Übernahme solcher Angaben in allgemeinverständliche Darstellungen haben die Unsicherheit gefördert und Mißtrauen gezüchtet. Linus *Pauling,* der bekannte amerikanische Nobelpreisträger berichtet in seinem Buch »Leben und Tod im Atomzeitalter« über eigene Aussagen von Dr. Ralph E. *Lapp* über unkorrekte und falsche Behauptungen von Mitgliedern der Atomenergiekommission, und *Pauling* selbst überführt den früher mehrfach zitierten Dr. *Libby* einiger unrichtiger Darstellungen von Strahlungsschäden und Ausfallsstrahlung. Ähnliche Falschinformationen fand er bei Dr. *Teller,* der zur Verharmlosung genetischer Schadensmöglichkeiten unstatthafte Vergleiche mit der kosmischen Strahlung heranzog,

sie aber so geschickt vorbrachte, daß für den Laien die Täuschung nicht erkennbar wurde. *Pauling* drückt dies so aus:

»Man kann diesen Abschnitt von Dr. *Tellers* Artikel strenggenommen nicht unkorrekt nennen. Es stimmt, daß keine genetischen Unterschiede, die man der kosmischen Strahlung zuschreiben könnte, bei den Menschen in Tibet oder bei anderen dortigen Lebewesen beobachtet worden sind, aber es trifft auch zu, daß man bisher noch nicht nach ihnen geforscht hat. Also muß man diesen Abschnitt für ernstlich irreführend erklären.

Bei einer Fernsehdebatte mit Dr. *Teller* am 20. Februar 1958 sagte ich zu ihm, daß dieses Argument doch nur irreführend auf den Leser wirken könne, und fragte ihn, warum er es in seinem Artikel in ‹Life› vorgebracht habe. Er antwortete mir, daß er es veröffentlicht habe, um übermäßig große Befürchtungen zu beruhigen.«

Wie man in neuerer Zeit die unpopuläre Zivilverteidigung der Menge schmackhaft machen will, darüber gibt der Einleitungssatz zu diesem Kapitel Auskunft. Man will die Idee der Zivilverteidigung — so heißt es wörtlich — »so ansprechend gestalten, daß die Öffentlichkeit sie gerne billigt, so wie sie diese Zahnpastamarke annimmt, weil sie zu einem strahlenden Lächeln verhilft«.

Das fast klassisch zu nennende Beispiel einer geschickten, eindringlichen Journalistik mit zum Teil völliger Verdrehung der Tatsachen bietet ein Buch von William *Schlamm,* das sich unter einem zweckbestimmten Blickwinkel mit der Gegenwartssituation der Deutschen auseinandersetzt. In einem Kapitel jongliert er unbelastet von Kenntnissen in der Biologie mit völlig unrichtigen Zahlen über die Strahlenverträglichkeit des Menschen, vermengt in unzulässiger Weise innere und äußere Bestrahlung, hängt sich ein moralisches Mäntelchen um, indem er Fehlentscheidungen auf anderen biologischen Gebieten kritisiert, zieht dann endlich aus falschen Vergleichen die Schlüsse, auf die er von Anfang an losgesteuert ist. Solche intelligenten, aber im Solde bestimmter Machtgruppen stehenden Werkzeuge der Massenbeeinflussung gibt es selbstverständlich überall. Leider vergiften ihre Ergüsse das Verhältnis von Staatsbürgern untereinander oder zu ihren Nachbarn oft so nachhaltig, daß der Schaden lange nicht geheilt werden kann. Wen es interessiert, aus der jüngeren und jüngsten Geschichte der Wissenschaft etwas über die Abhängigkeit wissenschaftlicher Theorien von der herrschenden Staatsmeinung und anderen Einflüssen zu lesen, dem sei der Beitrag des Arztes Dr. L. *Stengel-von Rutkowski* in dem Buch »Toleranz« empfohlen.

Die Abhängigkeit vieler Publikationsorgane von ihren Geldgebern

unterstützt die Gefahr einer völligen Verschüttung klar fließender Informationsquellen. Diese Verhältnisse sind bekannt, stellen ein Ärgernis dar und sind Gegenstand einer Untersuchung gewesen, die schon 1942 von der »Time« durchgeführt wurde:

»Die Leiter von Presseunternehmungen haben sich von Zeit zu Zeit gewisser Praktiken bedient, welche die Gesellschaft verurteilt. Tritt in dieser Hinsicht keine durchgreifende Änderung ein, so wird sich die Gesellschaft unweigerlich veranlaßt sehen, in das Verfahren regulierend oder kontrollierend einzugreifen.

Wenn ein Mittel, das für die gesamte Bevölkerung von überragender Wichtigkeit ist, nur einer kleinen Minderheit zur Verfügung steht, wenn diese kleine Minderheit dann das Mittel in einer Weise anwendet, die sich als ungeeignet erweist, um die Bevölkerung ihren Bedürfnissen entsprechend zu bedienen, so ist die Freiheit der Minderheit, diese Mittel anzuwenden, ernstlich in Gefahr.« (*Jahn*, Gesellschaft und Demokratie, S. 319).

Man beachte die vorsichtige Formulierung, die leider zwei Deutungen zuläßt. Einmal besteht danach die Möglichkeit, daß aus der Gesamtbevölkerung Proteste kommen, zum anderen kann sich jedoch der Staat zum Sprachrohr des »Volksinteresses« machen. Damit dürfte allerdings meist der Bock zum Gärtner gemacht sein, und es läßt sich darin eher Prof. *Röpke* folgen, der in seinem Buch »Civitas humana« den Satz vertritt, »daß eine Pressefreiheit, die zu Mißbrauch und Unordnung führt, noch immer besser sei als ihre Unterdrückung«.

Diese fast anarchisch anmutende Bemerkung findet ihre Berechtigung und Bestätigung in der Tatsache, daß innerhalb sich streitender Partner eine Bildung der öffentlichen Meinung noch leichter ist als in einem Staate mit gleichgeschalteter Presse. Hätte während des Dritten Reiches in Deutschland eine Oppositionspresse bestanden, die Streiflichter aus KZ-Begebnissen gebracht hätte, niemals hätten sich derartige Zustände entwickeln können. Die häufig so beredten Vertreter eines Elitegedankens mit ihrer mehr oder minder grob geäußerten Verachtung der öffentlichen Meinung und des Mehrheitsprinzips vergessen, daß auch eine Elite ihre Nachwuchskräfte aus dem Volke bezieht. Elitezüchtung für eine bestimmte Ideologie ist falsche Elitebildung. Aus ihr wachsen auf die Dauer keine Menschen, die bereit sind, die Vielfalt und Unterschiedlichkeit menschlicher Lebensgestaltung anzuerkennen, sondern unbeugsame, starre Verfechter einer meist schnell erstarrenden und sich überholenden Verwaltungsform eines Staatengebildes. Die öffentliche Meinung bildet hier trotz zugegebener Schwächen ein Regulationsventil. Es ist erstaunlich, auf welchen Kanälen sogar in Dikta-

turen unerwünschte Meinungsbildungen zustande kommen. Selbst wenn sie nicht unmittelbar Einfluß ausüben, soll man die indirekten Wirkungen nicht unterschätzen.

Auf Grund der wissenschaftlich fundierten Meinungsforschung scheint sich bei manchen Politikern die Ansicht festzusetzen, daß man nicht allzu viel auf das selbständige Urteil der Wähler zu geben brauche. Das zeugt von einer Überschätzung moderner Zahlenspielerei mit zu weitgehenden Schlußfolgerungen, wie sie allemal entstehen, wenn man den Menschen in seinen Gesamtreaktionen im Netz der Statistiken fangen will. Meinungsforschung hat viele, sehr viele Begrenzungen, die im Milieu, Charakter, Gefühl und manchen anderen Faktoren bedingt sind. Sie hat sowieso nur dort ihren beschränkten Wert, wo die Menschen frei von Furcht sein können, ihre Ansichten unbefangen zu äußern.

Wo aber ist das heute uneingeschränkt der Fall? Jedes Volk trägt noch die Zentnerlasten nationaler Tabus mit sich herum, und die Zeit der Fragebogenquälerei ist vielen noch in frischer Erinnerung. Ich schätze, daß niemals bisher mehr Lügen schriftlich zusammengetragen wurden als bei den Fragebogenantworten, und vielleicht ist manche Fehlentscheidung im Hinblick auf europäische Belange dadurch begünstigt worden. Auch der Kinsey-Report, der auf sexuellem Gebiet die Gewohnheiten und Gebräuche amerikanischer Bürger erfassen sollte, ist bei kritischer Beleuchtung mehr ein Dokument für die psychologische Verfassung der Befrager als der Befragten. Das soll nicht heißen, man könne gar keine Anhaltspunkte aus Befragungen für die Volksmeinung herleiten, sondern es soll nur betont werden, wie stark die eigene Beschäftigung mit der angeschnittenen Problematik sein muß, um die Schlußfolgerungen vorsichtig abwägend zu ziehen.

Wer weiß, welcher jahrelanger, unbefriedigender Bemühungen es beispielsweise bedurft hat, der Hollerithmaschine vergleichbare Krankheitsbilder anzuvertrauen, um bei bestimmten Erkrankungen die beste Behandlungsmethode herauszufinden, begegnet dem großzügigen Vorgehen bei der komplizierteren Seelenforschung mit sicherlich berechtigtem Mißtrauen.

Trotzdem versuchen die Seelentechniker — wie *Stolze* in seiner groß angelegten Studie über unsere Zukunftsmöglichkeiten schreibt –, den Menschen ganz in ihren Griff zu bekommen. »Ein amerikanischer Forscher erklärte, es mache keinen Unterschied, ob man dem Menschen eine neue Biersorte oder eine bestimmte politische Partei ›verkaufen‹ müsse . . . Die unbezweifelbare Tatsache, daß die Manipulation des Wählers, der Einzug des Konsumdenkens in die Politik zu einer fort-

schreitenden Aushöhlung der demokratischen Regierungsform führen muß, scheint jene Tiefenpsychologen nicht sonderlich zu beeindrucken. Die Ergebnisse ihrer Forschungen haben sie zwangsläufig in Gegensatz zu der Grundüberzeugung jeder demokratischen Lebensform gebracht: der Auffassung, der Mensch sei ein vernünftiges Wesen und fähig, nach Abwägung des Für und Wider begründete Entscheidungen zu treffen.«

So ist die herbe Kritik verständlich, die E. *Jünger* übt, wenn er sagt, daß zwar ununterbrochen fragestellende Mächte an uns herantreten, aber »sie erwarten von uns nicht, daß wir einen Beitrag zur objektiven Wahrheit liefern, ja nicht einmal daß wir zur Lösung von Problemen beitragen. Sie legen nicht auf unsere Lösung, sie legen auf unsere Antwort Wert«.

Niemand vermag genau zu erfassen, ob in einem demokratischen Staate die öffentliche Meinungsäußerung in Schrift, Bild oder Ton der Bildung einer echten Meinung vorausgeht oder ihr nachfolgt. Es ist unmöglich, dies für die unterschiedlichen Vorgänge laufend zu verfolgen, und trotz sehr ausgeklügelter Befragungsmethoden gibt es immer wieder Überraschungen bei Voraussagen über Volksmeinungen. Diese Befragungen haben außerdem den Nachteil, daß sie nicht mehr sind als Momentaufnahmen zu einem ganz bestimmten Augenblick, und die Zahl der Faktoren, die eine schnelle Veränderung herbeizuführen vermögen, ist nicht geringer als beim wetterwendischen Wettergeschehen.

Daß überhaupt so etwas wie eine gewisse Stabilität der Volksmeinung vorhanden zu sein scheint, liegt nicht nur an der Indolenz der Wähler, sondern auch daran, daß man rein praktisch kaum um jede Frage eine Volksabstimmung veranstalten kann. Trotzdem hat *Eysenck* recht, wenn er in seinem lesenswerten Werk über »Wege und Abwege der Psychologie« sagt:

»Die Stimmabgabe bei einer Wahl ist zweifellos etwas sehr Unspezifisches. Der Wähler muß seine Stimme einer der verschiedenen Parteien geben, die aber nicht nur eine einzige Stellungnahme zu einer einzigen Frage, sondern zahlreiche Stellungnahmen zu zahlreichen Fragen verkörpern. Zwischen diesen aber kann der Wähler bei seiner Stimmabgabe keinen Unterschied machen, obwohl er vielleicht mit den Konservativen in der Frage der Steuerreform übereinstimmt, die Forderung der Liberalen nach gleichem Lohn für gleiche Arbeit für richtig hält und außerdem die Verstaatlichungspläne der Arbeiterpartei befürwortet. Die schließlich abgegebene Stimme läßt solche feineren Unterschiede nicht mehr erkennen, und welcher Partei er sie am Ende auch gibt, stets spricht sich der Wähler damit auch gegen Ansichten und Überzeugungen aus, die er selbst vertritt.«

Martini hat in seinem Buch über das Ende aller Sicherheit den Elitegedanken deshalb bejaht, weil er den einfachen Wähler für überfragt hält, weil er ihm die Zuständigkeit für ein rational begründetes Urteil abspricht:

»Die Labilität der Gesellschaft, die extreme Unsicherheit des Lebens und die Plebiszitisierung haben die eigentliche Gefahr des allgemeinen aktiven Wahlrechts auf das höchste akut werden lassen: die Gefahr, daß das Politische emotionalisiert und der Staat einer bloßen Kettenreaktion der Gefühle ausgeliefert wird. Und nicht nur liefert heute der Wähler statt eines politisch begründeten Urteils Emotionen, sondern er macht sich, soweit er Wünsche äußert, auch gar nicht die Grenzen ihrer Erfüllbarkeit klar: so erhält die Politik nicht nur einen effektiven, sondern häufig genug auch einen utopischen Zug. Man wird stets darüber streiten können, welche Politik in einer gegebenen Situation die beste sei. Aber niemals ist ein Streit darüber möglich, daß der kühle Kopf eine entscheidende Voraussetzung jeglichen Kalkulierens und Handelns ist, das auf den Namen ›Politik‹ Anspruch erhebt.«

Man mag sich in der Runde umsehen und die Inseln suchen, wo Politiker mit kühlem Kopf agieren. Das Leiden unserer heutigen Zeit ist doch gerade, daß rückständige Politiker, in Ideologien verkrampft oder Wirtschaftsinteressen verstrickt, eine geringere Unbefangenheit und Handlungsfreiheit haben als die Völker selbst. Das einfache Gemüt anerkennt heute längst übernationale Notstände, aber nicht die »Elite«. So wahr es ist, daß immer nur eine Minderheit die Staatsgeschäfte leitet, sie ist jedoch in den seltensten Fällen gleichzusetzen mit dem Begriff der Elite eines Volkes. Am gefährlichsten sind heute wiederum die Menschen, die auf Grund irgendeines »Gnadenbeweises« für sich in Anspruch nehmen, zur Elite zu gehören, wie seinerzeit die »Vorsehung« den Vorwand brachte, in ihrem Namen ein ganzes Volk ins Unglück zu stürzen. Mir scheint es ein großer Irrtum zu sein, wenn selbst Menschen, denen man den guten Willen nicht absprechen kann, Individuum und Mehrheit in einen fast unüberbrückbaren Gegensatz bringen, während das eine das andere bedingt und jede willkürliche Zuweisung von Aufgabengebieten der einen oder anderen Seite im Bereich der Geschichte ihre Widerlegung erfährt. Meist wird der Einzelmensch nur durch die Woge einer Begeisterung emporgetragen, weil er den Ton gefunden hat, der untergründig im Volke längst erklang. G. *Jentsch* setzt sich in einem Artikel in der Zeitschrift »Gemeinschaft und Politik« mit dem Problem der Mehrheit und des Gewissens auseinander:

»Hier ist also der bedeutsame Schritt getan, der blinden Macht der

Mehrheiten das unverlierbare Recht der verantwortlichen Einzelperson gegenüberzustellen. Aus dieser so mißbrauchten, korrumpierten und eingeschüchterten Masse tritt der wiedererstandene Mensch heraus und bewährt sich als eigengesetzliches Kraftzentrum. Er gibt Zeugnis von einer inneren Schöpfungswirklichkeit, die man nicht abkaufen und die man nicht töten kann. In der Unbeugsamkeit, die sie dem einzelnen verleiht, bezeugt sich zugleich ihre irdische, geschichtliche Realität. Ihre Macht gegenüber den Mehrheiten besteht darin, daß deren Gründe bei der Gegenüberstellung alle Überzeugungskraft verlieren.«

Man kann daraus deutlich ersehen, mit welchen gegensätzlichen Begründungen das gleiche Anliegen vertreten werden kann. Während nämlich *Martini* Elitebildungen dadurch zu begründen sucht, daß er dort ein rationell besser begründetes Urteil zu finden hofft als in der homogen angesehenen Masse, argumentiert *Jentsch* umgekehrt. Für ihn ist es in solchen Einzelpersönlichkeiten gerade die Beziehung zur inneren Schöpfungswirklichkeit, die mystische Verbundenheit des einzelnen zu unwägbaren Kräften, die ihren Wert ausmachen.

Hoffentlich gelingt es mir, mit diesen Gegenüberstellungen genügend deutlich zu machen, wie unsicher unsere Urteile sind und wie schwer erkennbar selbst für nachdenkliche Menschen, welch einer Führungsgruppe, welch einer Staatsform sie sich anvertrauen sollen. Der schon früher zitierte E. *Schwarz* sieht die Gefahren der Demokratie in dem Schwanken zwischen Anarchie einerseits und Diktatur andererseits. »Etwas zugespitzt kann man sagen, daß Demokratie die zeitlich begrenzte Diktatur der Mehrheit sei, und oft genug gewinnt man auch den Eindruck von Anarchie, wenn die erforderliche Mehrheit sich lange Zeit nicht bilden will oder ohne Bestand ist. Beides nimmt man aber in Kauf, weil man weiß, daß die Mehrheiten wechseln, beziehungsweise daß sich schließlich doch wieder eine Mehrheit bildet.« Festzustehen scheint, daß ein allzu langer Bestand der gleichen Einrichtungen, das Vorherrschen bestimmter Bevölkerungsgruppen sich durch Starrheit und Übertreibung ursprünglich guter Zielsetzung nachteilig auswirkt. Auch dabei gibt es eine »Toleranzgrenze« für den Völker- und Menschheitsbestand; denn je länger infolge einseitiger Information durch rückständige aber beharrliche Interessengruppen die Neuformung geistiger Umschichtungen hintangehalten wird, desto gefährlicher wird im Atomzeitalter das Unangepaßtsein an die neuen Gegebenheiten.

Das tritt ziemlich deutlich zutage bei manchen seltsamen Widersprüchlichkeiten in der Reaktion der Weltmeinung gegenüber bestimmten Ereignissen in unserer Zeit. Es seien nur einige Beispiele aufgeführt, die man allerdings beinahe tagtäglich vermehren könnte.

Es ist noch gar nicht so lange her, da ging in immer neuen Aufmachungen durch Zeitungen und Unterhaltungsmagazine die rührselige Geschichte von einem in die Berge verirrten und dem Hungertode nahen Hengst. Durch den opferbereiten Einsatz von tapferen Menschen, Futterbeschaffung durch mehrere Hubschrauber und wochenlange Mühen wurde das Tier gerettet.

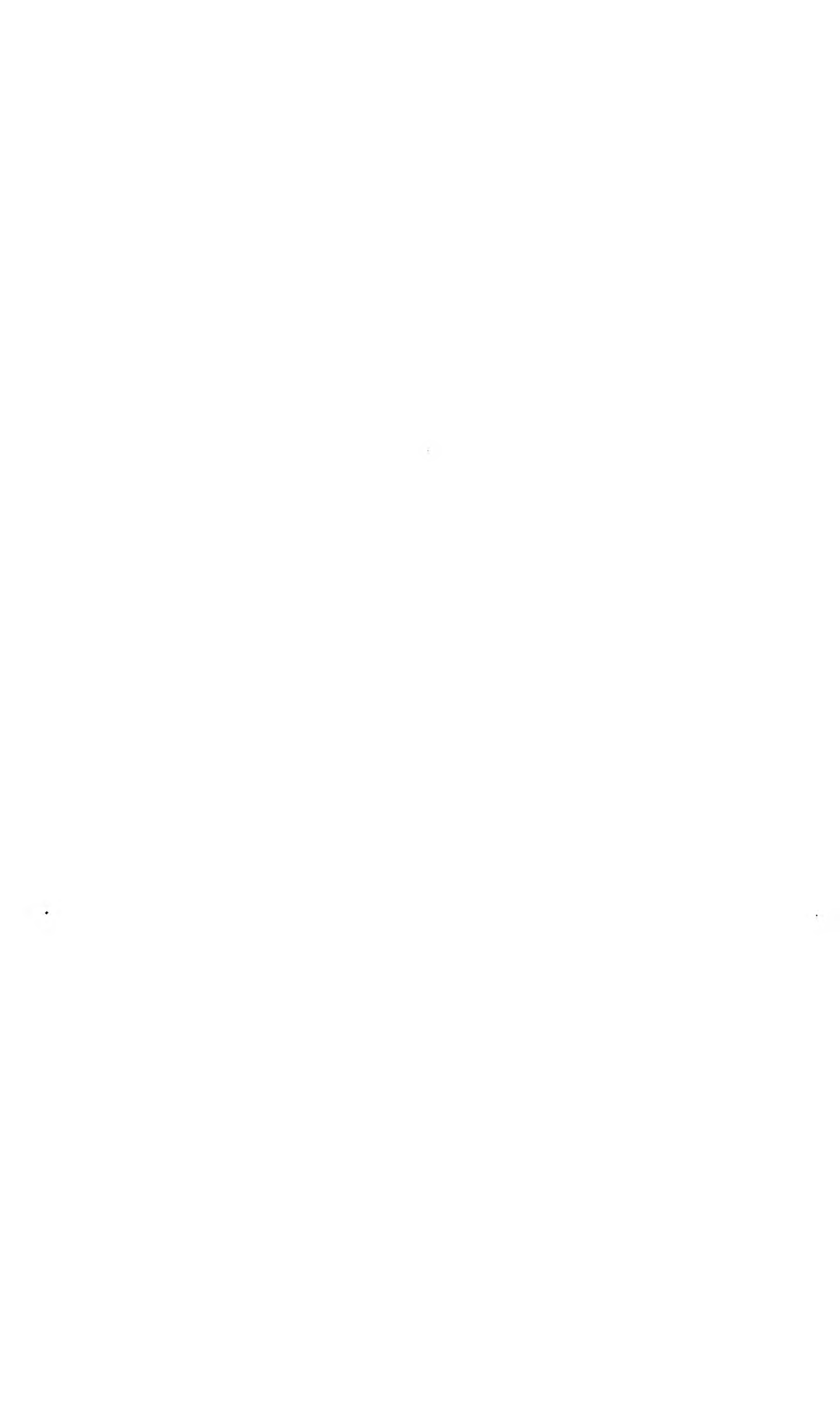
Fast zur gleichen Zeit warfen Menschen, die mit Tränen der Rührung dieses Beispiel großherzigen Verhaltens gelesen hatten, Steine auf ihre Brüder mit anderer Hautfarbe und quälten bei innerpolitischen Auseinandersetzungen ihre Gegner vor der Erschießung auf unmenschliche Art.

Als das Kind eines bekannten Schauspielers an tödlicher Leukämie erkrankte und er sich mit ihm auf eine Weltreise machte, um ihm vor dem Ende wenigstens noch die Schönheiten der Erde zu zeigen, gab es in den Gazetten spaltenlange Berichte und Bilder.

Die Erwähnung der heute noch nach Hunderten zählenden Opfer von Hiroshima und Nagasaki mit der gleichen Erkrankung erfolgt gewöhnlich einmal im Jahr mit einem schlichten Dreizeiler, versteckt zwischen vielen anderen Meldungen.

Während eine Empörungswelle über den Tod eines Hundes in einem »Sputnik« über die Welt ging, gab es anläßlich einer erregten Atomdebatte protokollierte Aussprüche wie diese: »Es kann gar nicht schaden, wenn die Amerikaner den Chinesen ein paar ›Eier‹ auf den Kopf schmeißen, davon gibt's überhaupt zu viele.«

Sicher ist, daß der heutige Staatsbürger nicht so informiert wird, wie er es werden müßte, um überhaupt nur eine geringe Möglichkeit zu einer eigenen Stellungnahme zu haben. Nebensächlichkeiten werden aufgebauscht, sie werden durch Form und Art ihrer Darstellung in das Licht der Öffentlichkeit gebracht, während Vorgänge, die mit Leben oder Tod der ganzen Menschheit in engster Verbindung stehen, nur dann Schlagzeilen werden, wenn sie gerade zusätzlich politisch auswertbar erscheinen. Die Verwirrung, die durch die einander widersprechenden Ansichten der Fachwissenschaftler der verschiedenen Gebiete entsteht, wird dadurch vermehrt, daß in der inneren Struktur des Informationswesens liegende Faktoren ein wirkliches Wahrheitssuchen nicht unterstützen, sondern eher davon wegführen. Bevor man über die Dummheit des Wählers ein abfälliges Urteil abgibt, sollte man erst die Mittel untersuchen, die ihm für eine eigene Meinungsbildung zur Verfügung stehen. Gerade sie werden aber leider von denen bestimmt, denen an einer Abänderung nicht gelegen ist. Darin liegt ein wesentlicher Teil unserer allgemeinen Rückständigkeit.



III. Teil

Schöpferische Pause und Revolution des Denkens

Die Menschen sind nicht so weit entwickelt, daß es ihnen an Gelegenheiten und Motiven fehlt, sich gegenseitig umzubringen. Wenn aber die Toleranz nur aus dem Zweifel geboren wird, dann lehre man den Zweifel an Vorbildern und Utopien, man lehre, die Propheten des Heils und die Verkünder von Katastrophen in ihre Schranken zu weisen. Rufen wir mit unseren Wünschen die Zweifler herbei, wenn sie es vermögen, den Fanatismus zu töten!

Raymond Aron

Wir haben uns im eigenen Netz gefangen. Trotzdem lebt man von der Illusion, daß es *nicht* so ist. Man hält sich an vordergründige, nichtssagende Experimente und hört nicht auf die Warnung *der* Wissenschaftler, deren Leitidee die Vorsorge für die Zukunft ist. Man bleibt der Gegenwart verhaftet, weil man im Egoismus steckenblieb, der den einzelnen einsam macht. Im Gruppenegoismus einer nationalen, wirtschaftlichen oder einer unduldsamen Glaubensgemeinschaft fördert man das Durcheinander unserer Zeit. Man spricht von der Freiheit und ist bereit, sie zu verteidigen, obwohl man nur eine ganz verschwommene Vorstellung von ihr hat und den eigenen Lebensraum selbst bis an die Grenze des noch Tragbaren eingeengt hat. Durch den Unverstand im Gebrauch der aufgefundenen natürlichen Gesetze und Ordnungen findet sich der Mensch plötzlich allseits umgeben von heranbrandenden Gefahren. Die Insel seiner Bewegungsfreiheit wird immer kleiner, aber er scheint dieser Tatsache gegenüber mit Blindheit geschlagen zu sein.

»Es hat wohl selten eine gesellschaftliche Ordnung gegeben, in der die Freiheit des einzelnen vom zivilisatorischen Apparat so stark überspielt wurde wie heute und in der zugleich jene Surrogatformen der Freiheit einen so dichten Schleier über die harte Gesetzlichkeit des gesellschaftlichen Systems gelegt hatten, wie das heute der Fall ist. Es wird dann geradezu zur entscheidenden Leistung des einzelnen, daß er diesen Schleier durchstößt, daß er sich von eigenen Entscheidungen nicht entlasten läßt, auch wo ihm das System diese Entlastung anbietet, daß er auf eigene Faust und auf eigenes Risiko sich das Recht herausnimmt, mehr einzusetzen als verlangt wird — nicht mehr an Betrieb-

samkeit, sondern mehr an persönlichem Gehalt, sowohl in seiner Arbeit wie in seinem gesamten sozialen Verhalten.« *(Freyer)*.

Welche Schwierigkeiten der Freiheitsbehauptung für den einzelnen innerhalb der herrschenden Ideologien bestehen, hat W. von *Trott zu Solz* in seinem Buch »Das Abenteuer der Freiheit« aus religiöser Sicht heraus sehr eindrucksvoll gegenübergestellt:

»Im Westen produziert die Herrschaft der Maschine im Namen der Freiheit eine unsägliche Entfremdung zwischen den Menschen, indem sie diese zugleich verhüllt, das Bewußtsein des Mangels an menschlicher Kommunikation nicht aufkommen läßt. Durch Steigerung ihrer Unabhängigkeit in der Gestalt eines erhöhten Lebensstandards werden die Menschen der Apparatur dienstbar gemacht und durch sie verbraucht. Der Motor der Maschinenarbeit ist der Egoismus. Der Bankrott der Freiheit, die Unmöglichkeit, für sich zu existieren, treibt die Menschen, weit über die Notdurft ihres Leibes hinaus, in die Apparatur, die ihnen ihre Unabhängigkeit durch ein ständig zunehmendes Lebensniveau sichert. Sie festigt die Freiheit durch ihre Nivellierung. Die westliche Gesellschaft haßt die unmittelbare Solidarität des Ostens, weil diese dem Egoismus Grenzen setzt. Sie haßt die bolschewistische Zwangsordnung, weil sie in ihr nur jene Mechanisierung wahrzunehmen vermag, der sie selbst zutreibt und die am Ende auch bei ihr die freiheitliche Ideologie zerstören muß. Sie haßt in der Sowjetunion ihre eigene Zukunft.

Der Osten aber sieht in der Maschine das Radikalmittel, seine natürliche Gemeinschaftsordnung gegen den Anarchismus des von ihm verratenen einzelnen und damit auch gegen den Individualismus des Westens zu verteidigen. Die Russen sehen im Universalismus der Technik das Zaubermittel, eine natürliche Ordnung zu erhalten, ohne sich — sie folgen damit ihrer orthodoxen Tradition — mit dem einzelnen, mit dem Menschen in seiner letzten Preisgegebenheit zwischen Himmel und Hölle einlassen zu müssen. Ohne diese Funktion der Maschine wäre also weder im Osten noch im Westen der Schein der Ungebrochenheit beider Positionen aufrechtzuerhalten. Diese mechanische Nivellierung des Gegensatzes in der Form seiner Verhärtung kommt in der Vorstellung zum Ausdruck, daß die Aufrechterhaltung der eigenen Position mit der Vernichtung der gegnerischen identisch ist. Diese totale Gegensätzlichkeit wird durch die Tatsache nur noch gesteigert, daß beide Kontrahenten gegenüber der omnipotenten Maschine auf verlorenem Posten stehen. Das kommt auch darin zum Ausdruck, daß die Weltkatastrophe, menschlich geredet, von dem Zufall des geringfügigsten Versagens einer Maschine abhängen kann. Ihre fehlerhaften

Reaktionen oder Wahrnehmungen können in jedem Augenblick Vorgänge auslösen, die alles hier Gesagte gegenstandslos machen, weil dann die Menschen nicht mehr leben, von deren Not hier die Rede ist.«

Was hier gesagt wird, ist eine gewisse Zusammenfassung dessen, was ich in diesem Buch durch die Hinweise auf die fragwürdige Weiterentwicklung der einzelnen Gebiete versucht habe deutlich zu machen. Leider habe ich in der jetzigen Ausgabe aus Gründen besserer allgemeiner Lesbarkeit manche Passagen und einige Kapitel über den Rechtswirrwarr, die Unentschiedenheit der Kirchen, den zweifelhaften Trost der Philosophie weglassen müssen. Trotzdem bleibt es auch in der jetzigen Einschränkung noch ein Wagnis einen solchen Rundblick zu geben, weil man bei der großen Materialfülle gezwungen wird, Verkürzungen und Vereinfachungen vorzunehmen, die leicht mißverständlich — absichtlich oder unabsichtlich — ausgedeutet werden können. Ebenso mögen Einzelheiten durch neue Ergebnisse und Meldungen überholt werden. Das hat wenig Bedeutung, weil es darauf ankam und ankommt, die falsche *Grund*haltung unserer Zeit zu kritisieren. Gerade durch die aufgezeigten Gegensätze und Widersprüche soll die Illusion einer Sicherheit durch äußere Mittel und die Illusion einer unbegrenzten Freiheit zerstört werden. So ist die übertriebene Forderung nach einer vollkommenen Sicherheit im Völkerleben die Hauptursache für das nicht endenwollende Wettrüsten. Kein Mensch würde sich ja zum Beispiel im Einzelleben der illusionären Vorstellung hingeben, er könnte es durch sein Beobachten und Wirken von sich aus dahin bringen, 120 Jahre in körperlicher und geistiger Frische alt zu werden. Er muß vielmehr lernen, sich einzurichten und ein gewisses Maß zu halten, um wenigstens im gegebenen Rahmen eines Menschenalters von 60 bis 70 Jahren ein erfülltes Leben zustande zu bringen.

Für die Gesamtmenschheit scheut man sich vor dem Eingeständnis einer Begrenzung, einer Endlichkeit. Aber auch da ist es erstaunlich, wie durch die Erhellung der Atomblitze alte Prophezeiungen plötzlich modern werden. Die Begegnung der Extreme, die Störung des natürlichen Gleichgewichts sind ein Kennzeichen der Grenzüberschreitungen. So erhält der einsame einzelne in der Massengesellschaft von heute in einigen Exemplaren — die übrigens nicht hervorragender angelegt sind als die anderen — plötzlich Machtbefugnisse, denen er verantwortungsmäßig nicht gewachsen ist. Der abwegige Einzelgänger kann unter Umständen die ganze Massengesellschaft in den Tod jagen. In eine solche Situation hat uns die Bejahung des Fortschritts um jeden Preis und die Ansicht, daß er unaufhaltsam sei, gebracht. Aber die Übersteigerung hat die Wirklichkeit einer uns gesetzten Schöpfungsordnung im-

mer sichtbarer gemacht. Die Zügler der Technik von heute könnten die Lebensretter von morgen sein.

Von christlicher Seite ist in diesem Sichtbarwerden der Grenzen ein Gnadenbeweis, das »äußerste Gnadenmittel des Gekreuzigten« gesehen worden, weil die Zerstörung einer Illusion der Verführung sozusagen letztmalig den Weg zur Umkehr freimacht.

Ganz gleich, ob man solchen Gedankengängen folgen mag oder nicht, ohne eine einsichtsvolle Besinnung treibt die Zivilisation in immer schnellerem Tempo dem Abgrund zu. Der Naturwissenschaftler und Nobelpreisträger Prof. A. *Carell*, der in seinen erbbiologischen Formulierungen manchen Irrtümern unterlegen ist, schreibt in seinem Tagebuch sehr viel vorsichtiger und eindringlich:

»Diese neue Umwelt wurde nicht auf den Menschen ausgerichtet; denn wir wissen nicht, was der Mensch ist, ja wir kümmern uns kaum darum. Man hat die Welt künstlich auf Formeln reduziert, die einfacher sind, als es der Wirklichkeit entspricht. Die Wissenschaftler bemühen sich nicht, auf die dringendsten Fragen Antworten zu suchen; sie arbeiten planlos, ohne Methoden, ihre Entdeckungen sind zufällig.

Der brutale Materialismus unserer Zivilisation steht nicht allein einem Aufschwung der Verstandeskräfte im Wege, sondern er zerreibt auch alle gemütvoll Veranlagten, alle Sanften, Schwachen, Einsiedlerischen, Schönheitsdurstigen, alle jene Menschen, denen es nicht allein ums Geld zu tun ist und deren Empfindsamkeit dem modernen Lebenskampf nicht standhält. In früheren Jahrhunderten hatten die vielen, die zum Kampf gegen die Mehrzahl zu zart oder zu unvollständig ausgerüstet waren, immer noch die Freiheit, ihre Persönlichkeit auszubilden. Zum Teil zogen sie sich ganz in sich selbst zurück, zum Teil suchten sie Zuflucht in Klöstern, in Orden, die der Wohltätigkeit oder der Betrachtsamkeit gewidmet waren und wo Armut und harte Arbeit, aber auch Würde, Schönheit und Frieden ihrer warteten.

Wir leben also in einer Welt, die nicht für uns gemacht ist, da sie aus einem Irrtum unserer Vernunft und aus der Unkenntnis unseres wirklichen Wesens stammt. In eine solche Welt können wir uns durch keine Anpassung hineinfinden; so bleibt uns nur, uns gegen sie zu empören.«

Die Umwandlung kann nur mit einer materiellen und geistigen Revolution vollzogen werden.

Niemand kann über deren Form und Ausmaß etwas Allgemeingültiges aussagen. Über einige Grundprinzipien kann man sich Gedanken machen. In der Biologie muß darauf hingesteuert werden, daß durch weltweite, exakte und vor allem planvolle Untersuchungen das Wissen um die Existenzmöglichkeit des Menschen vermehrt wird. Das bedeutet

eine Einschränkung technischer Entwicklung dort, wo die Gefahr besteht, daß sie die Lebensbedingungen des Menschen verschlechtert. Die Durchforschung der bereits vorhandenen Einrichtungen gibt noch Arbeit für lange Jahrzehnte. Nur das darf letztlich nutzbar gemacht werden, was den biologischen Zerfall nicht noch weiter treibt. Prof. *Kötschau,* dem wir grundlegende Arbeiten über Wandlungen in der Medizin und Heilkunst verdanken, hat auf dem Boden der ganzheitlichen Betrachtung des Menschen drei Grundforderungen aufgestellt, aus denen schon hervorgeht, daß der Mensch bis jetzt noch nicht einmal fähig ist, genau zu umreißen, worin das besteht, was wir im allgemeinen so flüchtig mit »Gesundheit« bezeichnen. Selbst dieser Grundbegriff und seine Grenzziehung zum krankhaften Geschehen bedarf einer wesentlich genaueren Bestimmung.

1. Es ist die »Gesundheit« und ihre richtige und rechtzeitige Beurteilungsmöglichkeit zu erforschen.
2. Der Vorrang der Gesundheit vor allen anderen Belangen ist auszusprechen und gesetzlich zu verankern.
3. Die neuen technischen Produkte sind so lange als gesundheitsschädigend anzusehen, bis ihre völlige Gefahrlosigkeit in ausreichenden, wissenschaftlichen Untersuchungen erwiesen ist.

Für den Bereich biologischer Weiterarbeit und synthetischer Grundlagenforschung bieten die Überlegungen von *Carell* ausreichend Stoff. Auf seinen Gedankengängen aufbauend, ließe sich unter Zuhilfenahme aller technischen Errungenschaften das planende, vorsorgende, wissenschaftliche Gehirn und Gewissen der Menschheit zusammenfügen. Es wäre — ohne seinen Erfolg voraussagen zu können — zumindest das, was man von menschlicher Vernunft erwarten sollte. Ein solcher Versuch einer Gesamtschau des Lebens und des Menschen wäre die Forderung der Zeit und allen politischen Konstruktionen der Welt überzuordnen.

Der Einbruch der Atomkernenergie in unser bereits in der Gesamtheit gefährdetes Leben erfordert gewisse Sondermaßnahmen im Vorgriff. Da es nach dem derzeitigen Wissensstand sehr wahrscheinlich ist, daß es weder für das Einzelwesen noch für die Generationsbelastung nach eingetretener Schädigung eine Umkehr, das heißt echte Heilung gibt, muß diesem übernationalen, gesundheitlichen Notstand Rechnung getragen werden. Jenseits aller angeblich so wichtigen Fragen internationaler, politischer Vereinbarungen sind einige grundlegende

Forderungen zu erheben. Teile davon wurden auf den so oft unfruchtbar erscheinenden internationalen Verhandlungen erörtert. Selbst dabei, wo alle guten Willens zu sein scheinen, offenbart sich das — man kann es ruhig sagen — tödliche Versanden in belanglosen Nebenfragen!

Im wissenschaftlichen Rat der Internationalen Gesellschaft für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung sind einige Grundsätze zur Abwehr der sich aus den toxischen Gefahren ergebenden Gesamtsituation erarbeitet und veröffentlicht worden. Es ist ein dringender Appell an den Staat, weil die Bemühungen des einzelnen um Gesunderhaltung zwecklos bleiben, wenn der Staat seine biologische Aufgabe nicht erkennt und in Angriff nimmt. Die Nichtinformierten aber doch Mitbetroffenen in der Staatsmaschinerie müssen erkennen lernen, daß sie ihre eigene Gesunderhaltung besorgen, wenn sie an ihrem Platze biopolitischen Notwendigkeiten zum Durchbruch verhelfen. Es sind daher dringend erforderlich:

1. Eine Lebensmittelgesetzgebung mit Deklarationszwang aller irgendwie umstrittenen Zusatzstoffe,
   Aufbau der zugehörigen Forschungsstätten und Kontrollorgane,
   Erlaß ausreichender und klarer Ausführungsbestimmungen.

2. Eine Wassergesetzgebung, die der Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Selbstreinigungskraft der Gewässer dient und einen unbedingten Schutz aller Gewässer vor dem Eindringen schädlicher Abfallstoffe und gesundheitsabträglicher Substanzen gewährleistet.

3. Gesetze, die die Vergiftungsgefahr durch die Straßenluft vermindern, und zwar hinsichtlich der Abgase, Staub- und Raucharten der Industrie sowie der Abgase von Motorfahrzeugen, vor allem in den dichtbevölkerten Wohngebieten.

4. Groß angelegte Städteplanungen, bei der der sozial gelockerten »familiengerechten« und gesunden Bauweise größte Beachtung geschenkt werden muß. Schulen sollen so angelegt werden, daß sie von Lärm und Auspuffgasen nicht erreicht werden.

5. Eine durchgreifende Landschafts- und Naturschutzgesetzgebung, die der wachsenden Zerstörung der natürlichen Erholungsstätten Einhalt gebietet, durch Förderung des Waldanbaues der Versteppungsgefahr entgegenwirkt und wegen der darin umschlossenen seelischen Erneuerungskräfte auch die Schönheitswerte in Natur und Landschaft sichert.

6. Gesunderhaltung des Bodens: Richtige Steuerung der Anwendung der organischen und der Mineraldüngung (Haupt- und Spurenelemente) mit Hinsicht darauf, daß nur ein gesunder Boden gesundes Leben gewährleistet. Der Landbau muß die erste Hüterin der Gesundheit sein!
7. Aufklärung der Bevölkerung, vor allem der Jugend, durch eine Unterrichtung in Gesundheitskunde bzw. eine entsprechende Gesundheitserziehung in den Schulen und Hochschulen.

Für das spezielle Problem einer Atomschadenverhütung sind zusätzliche Maßnahmen durchzuführen:

I. Es sollten rechtlich verpflichtende, internationale Vereinbarungen zur Verhütung eines weiteren Ansteigens der bereits überhöhten Umgebungsstrahlung getroffen werden. Hierzu gehören:
   a) die Vermeidung gesundheitlicher Schäden durch Atomexplosionen,
   b) die Festlegung international anerkannter Sicherheitsbestimmungen für jeden Reaktorbau einschließlich der Verwendung atomarer Energie für friedliche Zwecke,
   c) die Durchführung von Bauvorhaben für die friedliche Nutzung von Atomenergie nur bei Bestehen bindender Strahlenschutzverordnungen unter besonderer Berücksichtigung einer ausreichenden Sicherstellung des Atommülls.

II. a) Neben die besonders bevorzugte kernphysikalisch-technische Forschung muß im gleichen Umfang eine gemeinsame biophysikalische Grundlagenforschung treten;
   b) die verschiedenen Staaten sollten gemäß ihrem Leistungsvermögen zu speziellen Forschungsaufträgen herangezogen werden. Eine großzügige Forschung der strahlenenergetischen Institute erscheint vordringlich, Forderung von Forschungsarbeiten der zellbiologischen Schnelltestung radioaktiv verseuchter Böden, Pflanzen, Nahrungsmitel und des Wassers ist dringend erwünscht.

III. a) Ein internationales Überwachungsnetz zur Messung der Radioaktivität nach einheitlichen Meßmethoden sowie Austausch und Veröffentlichung der dabei erzielten Meßergebnisse ist dringend notwendig;

b) eine internationale Strahlenüberwachungsbehörde muß zum Schutze des Menschen eingerichtet werden.

Es ist klar, daß mit solchen und ähnlichen Vorschlägen bestimmten wirtschaftlichen, politischen und anderen Gruppen der Fehdehandschuh hingeworfen wird. Man hört das »unmöglich« schon jetzt, man kennt es bereits aus vielen Diskussionen. Fast ausgeschlossen scheint es nach den Erfahrungen menschlicher Geistesgeschichte, daß einmal eingenommene Positionen freiwillig geräumt werden. Die für eine organische Weltordnung vorrangig einzurichtende oder aus bestehenden Ansätzen heraus zu entwickelnde, synthetisch planende Weltgesundheitsorganisation wird sich gegen den Widerstand der technischen und materiellen Reaktionäre durchsetzen müssen. Die wirklichen Interessen des Menschen fallen mit deren Auffassungen nicht zusammen. Sie werden sich nicht hereinreden lassen von »weltfremden« Wissenschaftlern, sie werden überhaupt das meiste von der Vorstellung einer Leib-Seele-Einheit nicht begreifen oder nicht begreifen wollen. Ihr Denken in der Quantität der Massenproduktion mit dem dazugehörigen Menschen läßt sie die Qualität verachten. Im menschlichen und biologischen Bereich bedeutet das jedoch ein gefährliches Denken, und die vielleicht wichtigste Aufgabe unseres Zeitalters liegt in der Bloßlegung dieses menschlichen Irrtums. Die Anhänger einer biologisch-organischen Weltordnung werden in einen Kampf eintreten müssen gegen die Reaktionäre einer materialistischen Lebensauffassung, die wir praktisch in allen Völkern vertreten finden. Ein günstiger Ausgangspunkt für die Auseinandersetzung liegt darin, daß es für dieses menschliche Anliegen keine staatlichen Grenzen gibt, da von dem Notstand alle betroffen werden. Eine Erschwerung des Kampfes ist dadurch gegeben, daß es kaum vorstellbar erscheint, die Menschen zu einer solchen Empörung zu bringen, daß es zu einer Veränderung der äußeren Lebensbedingungen da kommt, wo es um Dinge wie Gesundheitsvorsorge, Zivilisationsschäden und anderes geht.

Der Jugend, die es am stärksten angeht, weil es um ihr und ihrer Kinder Schicksal geht, sind diese Probleme meist zu akademisch, die Gefahr zu weit weg, der augenblickliche Wohlstand zu wichtig, als daß sie sich zum Schutze der Zukunft einzusetzen bereit ist. Die notwendige Aufklärungs- und Erziehungsarbeit ist gewaltig und kann nur wirksam werden, wenn sie ausreichend durchdacht und geplant ist. Dazu sind so zahlreiche Helfer und auch so große finanzielle Anstrengungen nötig, daß man im Hinblick auf den Zeitdruck, unter dem wir stehen, fast resignieren müßte. Trotzdem muß die Arbeit mit dem Glauben ge-

wagt werden, mit dem auch andere anscheinend aussichtslose Unternehmungen begonnen wurden, denen nachher Hilfe zuströmte, die bei ihrem Beginn nicht vorauszusehen war.

Eine wichtige Rolle könnte in dem Staatsleben von heute eine Opposition spielen, die sich wirklich der körperlichen und geistigen Unantastbarkeit des Individuums annimmt. Dazu ist allerdings eine Erneuerung von innen her nötig und der Wille, sich von dem oberflächlichen politischen Streit zu lösen. Wir gleichen in unseren Staatengebilden unvernünftigen Hausbewohnern, von denen jede Partei in ihrem Wohnteil anbaut und aufstockt, ohne sich um die tragenden Fundamente des Hauses zu kümmern. Wer auf die dabei bemerkbar werdenden Risse hinweist, wird verlacht oder als Schwarzseher hingestellt; denn vorerst scheint ja alles noch zu halten. Selbst die gutgewillte Opposition, die Schäden bessern will, begnügt sich in biologischen Fragen meist mit dem, was ihr von einer staatlich gelenkten oder an Wirtschaftsinteressen gebundenen Wissenschaft selektiv vorgesetzt wird. Es ist von den Kräften, die als Opposition dazu berufen sind, Mißstände anzuprangern, zu wenig beachtet worden, in wie starkem Maße die Wissenschaft abhängig geworden ist. Wirkliche Freiheit der Forschung gibt es nur noch auf einigen Randgebieten und in einigen Institutionen, denen allerdings fast immer ausreichende Mittel fehlen. Benötigt werden Arbeitsgruppen unabhängiger Wissenschaftler, denen die Mittel zur Verfügung stehen, um zu prüfen, was von staatlicher oder anderer Seite als Wahrheit angeboten wird.

Es gibt einige eindrucksvolle Beispiele aus verschiedenen Ländern, an denen sich die Versäumnisse gut erkennen lassen. Es handelt sich dabei um die Reaktorbauten zur Gewinnung von Atomkernenergie. Überall wurden die Bauten vorangetrieben, ohne daß dem Bürger die Wahrheit über den Grad seiner Gesundheitsgefährdung mitgeteilt wurde. Informationen über die angeblich ausreichende Sicherung wurden von solchen Stellen abgegeben, die entweder von den Baugesellschaften oder von den staatlichen Auftraggebern finanziert waren. Da von der Opposition versäumt wurde, arbeitsfähige Kommissionen von unabhängigen Wissenschaftlern zur Mitarbeit heranzuziehen, um sachlich fundierte Nachprüfungen vorzunehmen, hatte und hat die andere Seite ein leichtes Spiel. Arbeits- und Sicherungsbedingungen solcher technischen Großbauten sind so kompliziert, daß natürlich ein einzelner niemals eine genügende Übersicht erreichen kann. Daher kann man Einwänden gegen unsachgemäßes Vorgehen immer damit begegnen, daß man zur Besichtigung und Kontrolle auffordert — es war und ist ja keine unabhängige Kommission vorhanden, die beweiskräftige

Gegenargumente zusammenstellen könnte. Selbst in den Ländern, in denen eine solche wissenschaftliche Gruppenbildung gegen staatliche und andere Bevormundung noch möglich wäre, werden die Chancen nicht genutzt.

Es gibt überall eine sehr beachtliche Opposition gegen den biologischen Unverstand, aber sie ist zersplittert und findet nicht die genügende Beachtung bei den Politikern, die meist schlecht informiert sind. Diskussionen in den Parlamenten haben daher oft einen dilettantischen, oberflächlichen Charakter, und infolge des Fehlens solider Gegengründe setzen sich dann die Staats- oder Gruppeninteresssen durch. Es ist höchste Zeit für die Schaffung von unabhängigen, wissenschaftlichen Akademien in den verschiedenen Ländern mit Arbeitskreisen aller Richtungen, so wie sie in Grundzügen *Carell* vorgeschwebt haben und wie sie in Anfängen wenigstens in der »National Academy of Sciences« in den USA bestehen. Voraussetzung müßte aber völlige Unbeeinflußbarkeit sein. Dort würden sich die wissenschaftlichen Revolutionäre einer anderen Lebensauffassung zusammenfinden. Aber trotz aller Umständlichkeit wird es sich nicht umgehen lassen, gemeinsam zu planen und insbesondere die Rangordnung für die Inangriffnahme lebensnotwendiger Arbeiten und Maßnahmen aufzustellen. Das darf nicht mehr im Zeichen eines »nationalen« Notstandes geschehen, da wir ja längst in einem ständigen Weltnotstand leben. Allerdings wird die gesamte Arbeit dieser neuen Akademien ohne wirkliches Leben bleiben, wenn sich das Volk in seiner Mehrzahl gegenüber diesen Vorschlägen kühl und gleichgültig zeigt. Bisher sind leider noch nicht einmal Ansatzpunkte für ein Verständnis bei denen zu finden, die sich das Wohlergehen der arbeitenden Bevölkerung als Aufgabe gesetzt haben. Dieses Wohlergehen wird als reine materielle Besserstellung verstanden, man erschöpft sich in Lohnkämpfen und hofft sogar auf den großen Energiezuwachs durch die Atomspaltung, von der man glaubt, daß sie die Lösung der sozialen Probleme bringen werde. Die mit der Atomspaltung verbundene Gefahr einer biologischen Vernichtung wird nicht gesehen, wer darauf hinweist, gilt als Phantast. Auch hier wird ein Umdenken erfolgen müssen, weil die arbeitende Bevölkerung dringend eines echten biologischen Schutzes bedarf, wenn nicht in absehbarer Zeit alle materiellen Erfolge zunichte gemacht werden sollen. Um das zu verhindern, müssen sich die großen Organisationen aus ihrem erstarrten Denken lösen und Institutionen schaffen, die in der Lage sind, alle angepriesenen Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen nachzuprüfen und möglicherweise wirksamere vorzuschlagen.

Nach allem, was während des Abschreitens der verschiedenen Ge-

biete in diesem Buch gesagt wurde, dürfte nicht zweifelhaft sein, daß nach meiner Auffassung das biologische Vernunftdenken auf dem Boden einer neuen Ethik zu wachsen hat, deren Hauptmerkmal trotz aller äußeren Erfolge die verantwortungsvolle Demut gegenüber der Schöpfung sein muß. Sie stellt uns wieder als einzelne an den richtigen Platz und öffnet uns die Augen dafür, daß wir alle auf Gedeih und Verderb miteinander verbunden sind. So wird das große Abenteuer der Freiheit, das uns im Atomzeitalter begegnet, das Abenteuer der Liebe sein.

Überall begegnet uns die Grenze menschlicher Einsichtsmöglichkeit, und selbst wer von seiner inneren Gemütsverfassung her dem Gewaltdenken verhaftet ist, wird sich auf Grund der erdrückenden technischen Beweise, daß Gewaltausübung zur Unterdrückung anderer den Keim zur eigenen Vernichtung in sich trägt, aus Selbsterhaltungstrieb umstellen müssen. Alles wird von dem neuen Mut abhängen, mit dem wir bereit sind zu zeigen, daß es stärkere Kräfte als die Gewalt gibt. Es wird nötig sein, durch eine geschickte Handhabung der Methode der Gewaltlosigkeit den noch vorhandenen Anhängern der Gewalt ihre Rückständigkeit vor Augen zu führen. Wer verstanden hat, daß Ehrfurcht vor dem Leben nicht im engen biologischen Sinne auszudeuten ist, sondern seine Werte und menschliche Würde mit einbezieht, der wird auch begreifen, daß das Abenteuer der Liebe zugleich die Feuerprobe der Gewaltlosigkeit sein wird.

Man könnte eine Geschichte der Menschheit im Hinblick auf die Anstrengungen schreiben, die unternommen wurden, um statt der Gewaltkriege rechtliche und sittliche Entscheidungen bei Völkerstreitigkeiten herbeizuführen. Heute gestaltet sich die Diskussion über diese Fragen deshalb so schwierig, weil nur selten und in einigen wenigen unbeachtet gebliebenen Fällen die gewaltlose Gegenwehr konsequent erprobt wurde. Meist erfolgte schließlich doch ein Rückfall in den physischen Machtkampf. Es ist daher nicht ganz unverständlich, wenn viele der Möglichkeit einer wirksamen gewaltlosen Verteidigung mißtrauisch gegenüberstehen, obwohl in der Jetztzeit ein solcher Rückfall — wie mehrfach betont — Mord und Selbstmord bedeutet.

Die Friedenswilligen haben für die Verhinderung des Ersten und Zweiten Weltkrieges keine ernsthafte Chance gehabt, also traut man ihnen auch im gegenwärtigen Kampf der Ideologien keinen wesentlichen Einfluß zu.

Gandhi ist der einzige Praktiker der Moderne, dem überhaupt die Berechtigung zuerkannt werden kann, von einer »Neuen Ordnung« zu sprechen. Er hat viele seiner theoretischen Vorstellungen im Verlauf

eines harten Kampfes revidieren müssen. Selbst diese Erfahrungen werden sich nicht auf europäische oder andere Verhältnisse übertragen lassen. Sie haben jedoch den einen großen Vorteil, daß sie wenigstens an echten Kampfgeschehnissen *mit* Blutopfern gewonnen sind. *Einige* dieser Erkenntnisse könnten daher Grundlagen der neuen Gesinnung und des neuen Kampfgeistes sein, viel besser als alle theoretischen Verlautbarungen und Resolutionen noch so gut gemeinter Friedenstagungen. Lord *Lawrence* hat dieser Auffassung Ausdruck verliehen: »Die Welt mag noch einmal gezwungen sein, auf Wegen *Gandhis* Ausschau zu halten, wie der Selbstzerstörung zu entgehen sei!«

Gandhi selbst ist von der Grundüberlegung ausgegangen, daß »die Welt die wahre Kunst der Selbstverteidigung noch nicht gelernt hat, aber die Welt fragt nach ihr; denn sie ist der Gewalt müde. Die Zeit für die Gewaltlosigkeit ist wirklich gekommen, auch für den nüchternsten Verstand, oder wir werden den Fluch sicheren Selbstmordes über die Menschheit ausbreiten. Darum ist die Gewaltlosigkeit eine Entwicklungsstufe, die die Menschheit einfach zu erschreiten hat, jetzt erschreiten muß. Gewaltlosigkeit ist das Gesetz unserer Gattung, wie Gewalt das Gesetz des Wilden ist.«

Die Frage, die uns beschäftigt, ist, ob man in der heutigen Welt sich mit Gewaltlosigkeit gegen die anscheinend übermächtigen politischen, militärischen, technisch-wirtschaftlichen Kräfte durchsetzen kann. Diese Sorge hat zum Beispiel Martin *Buber* bewegt, als er seinerzeit angesichts der Judenverfolgung an *Gandhi* einen offenen Brief schrieb: »Das Wort ›Martyrium‹ bedeutet Zeugenschaft; wenn aber kein Mensch da ist, der das Zeugnis entgegennimmt? Zeugenschaft ohne Zeugnis, unwirksames, unbeachtetes, verwehendes Martyrium, das ist das Los unzähliger Juden in Deutschland.« Und an anderer Stelle:

»Ich möchte Ihnen nicht verschweigen, daß ich zwar nicht unter den Kreuzigern Jesu, aber auch nicht unter seinen Anhängern gewesen wäre. Denn ich kann mir nicht verbieten lassen, dem Übel zu widerstreben, wo ich sehe, daß es daran ist, das Gute zu vernichten. Ich muß, wie dem Übel in mir, so dem Übel in der Welt widerstreben. Ich kann nur darum ringen, es nicht mit Gewalt tun zu müssen. Ich will die Gewalt nicht. Aber wenn ich nicht anders als durch sie verhindern kann, daß das Übel das Gute vernichte, werde ich hoffentlich Gewalt üben und mich in Gottes Hände geben.«

Überall schwingt die Angst mit, daß Ablehnung der Gewalt Selbstaufgabe bedeutet. Zwangskolchose, Sklavenstaat scheinen die einzige Alternative zu sein, wenn man Anhänger der Gewaltlosigkeit in dieser explosiven Welt ist. Solche Auffassung konnte nur deshalb Boden ge-

winnen, weil man trotz *Gandhis* Beispiel daran festhielt, daß Gewaltlosigkeit auch Verzicht auf Macht bedeute.

Wie ich an anderer Stelle schon ausgeführt habe, kann der wissende Mensch dadurch schuldig werden, daß er sich nicht zu Handlungen aufrafft, sondern in ständiger Kritik und Besserwissen steckenbleibt, aber nicht zur Übernahme weitgespannter Verantwortung bereit ist. Man wird auch in Europa gerade unter den Friedensfreunden und Anhängern der Gewaltlosigkeit beweisen müssen, daß man für seine Ideen einzustehen gewillt ist.

Wegen der vielen Mißverständnisse, die sich schon im Hinblick auf den Begriff »Gewaltlosigkeit« eingeschlichen haben, sei eine kurze Zwischenschaltung erlaubt.

Im Althochdeutschen wurde »giwalt« lediglich für eine Fähigkeit, eine Befugnis, später für Zwang gebraucht. In der Neuzeit wird Gewalt auch lexikalisch mit Gewalttätigkeit gleichgesetzt und definiert als »Anwendung erhöhter körperlicher Kraft zur Überwindung eines Widerstandes«. Im übertragenen Sinne bedeutet daher das Bekenntnis zur Gewaltlosigkeit nichts anderes als die Ablehnung von Mitteln, die bei persönlichen oder nationalen Auseinandersetzungen den Gegner durch körperlichen Zwang unterwerfen sollen. Die Unterlassung der Verwendung eines mir vielleicht auf Grund höher entwickelter Technik zur Verfügung stehenden Druckmittels betrifft aber nur das Negative — eben die Unterlassung. Sie kann nur die Vorstufe zu versöhnlichem und ethischem Handeln sein, das dem anderen entgegenkommt und ihn dadurch entwaffnet. Dazu gehört eine Machtgewinnung über sich selbst, die es verhindert, daß solche Menschen bei Erlangung von bestimmten verantwortlichen Funktionen im Staat in alte Fehler zurückfallen. Machtausübung in der Gesellschaft wird sich daher später einmal in dem Verhüten von Gewalttaten sowie dem Schutz von Leib und Leben des Bürgers und seiner Rechte erfüllen, zum anderen in dem Versuche, die Gemeinschaftswünsche, soweit es ohne weitgehende Beeinträchtigung des Einzelwesens geht, zu befriedigen. Dazu darf man keineswegs weltfremd und ohne Kühnheit sein. *Russell* meint dazu: »Es wird uns kaum gelingen, eine rechte Welt aufzubauen, wenn wir die Menschheit lehren, zahm und furchtsam zu sein. Wir müssen sie dazu ermutigen, kühn, abenteuerlustig und ohne Furcht zu sein, nur nicht zu böser Tat gegen den Nächsten.«

Schon zu Zeiten beinahe unumschränkter Gewaltanwendung bei zwischenstaatlichen Konflikten hat sich Preußens großer Feldherr und König Friedrich II. dagegen gewandt, daß Machiavell seinen Zeit-

genossen Verbrechernaturen als große Persönlichkeiten aufschwatzen wollte. Er verteidigt zwar noch den »gerechten« Krieg, sagt aber:

»Der Krieg ist ein solcher Abgrund des Jammers, sein Ausgang so wenig sicher und seine Folgen für ein Land so verheerend, daß sich's die Landesherren gar nicht genug überlegen können, ehe sie ihn auf sich nehmen. Ich rede gar nicht von all der Unbill und allen Gewalttaten, die sie an ihren Nachbarn begehen, ich beschränke mich nur auf das Unheil, das über ihre eigenen Untertanen hereinbricht.

Ich bin überzeugt, sähen die Könige einmal ein schonungsloses Bild von all dem Elend des Volkes, es griffe ihnen ans Herz. Doch ihre Einbildungskraft ist nicht lebendig genug, sich all die Leiden, die an sie in ihrer Stellung gar nicht herankommen, in ihrer wahren Gestalt vorzustellen.

Ein Fürst, der einen ungerechten Krieg anfängt, ist grausamer denn ein Tyrann. Er bringt seiner ungebärdigen Leidenschaft das Leben, das Glück, die Gesundheit von Tausenden zum Opfer, die er beschützen und glücklich machen müßte, anstatt sie so leichtherzig den bittersten Heimsuchungen, vor denen die Menschheit zu bangen hat, preiszugeben. Genug, die Walter und Herren der Welt können nicht vorsichtig und umsichtig genug jeden ihrer Schritte bedenken, können nicht sparsam genug mit dem Leben der Ihren geizen; denn jene sind ja nicht ihre Hörigen, sie sollen ihresgleichen in ihnen sehen, in gewissem Sinne ihre Gebieter.«

Einen ersten ernsten Ansatz zu einer Wende in der heutigen Zeit kann man in den Vorschlägen von *Stephen King-Hall* erblicken, weil er in seinem Buch »Den Krieg im Frieden gewinnen« mit Recht von vornherein den »Kampf der Körper«, die militärische Auseinandersetzung, an das Ende der Überlegungen stellt. Es ist im Großen nicht anders als im Gassenjungenstreit: Wer mit seinem Beschimpfungslatein und seinen Listen am Ende ist, der schlägt zu. Dem Kampf der Körper geht ein »Kampf der Intellekte« voraus. Krieg beruht demnach auf einer vorausgegangenen Meinungsverschiedenheit, die damit enden soll, daß es gelingt, »die geistige Einstellung des Gegners zu ändern«. Die Ansicht bestimmter Militärfachleute, »es sei der Sinn des Krieges, unseren Willen dem Gegner *aufzuzwingen*, ist demnach zu eng gefaßt. Das Aufzwingen ist nur eine Möglichkeit — und nicht die beste —, um die Ansichten des Gegners mit unseren eigenen in Übereinstimmung zu bringen.«

Will man schon der heute üblichen Schwarz-Weiß-Malerei folgen und das Weltproblem in einer Auseinandersetzung zwischen dem Westen und dem Kommunismus sehen, dann kann man nur dem ameri-

kanischen Katholiken *F. Sheen* recht geben, der gesagt hat: »Nicht darum ist der Kommunismus zu fürchten, weil er widergöttlich ist, sondern weil wir es sind. Nicht weil er stark ist, sondern weil wir schwach sind . . . Rußlands Bekehrung hängt von unserer eigenen Bekehrung ab.«

Mit anderen Worten bedeutet es, daß man wissen muß, wofür man sich einsetzt, man muß Zutrauen zur eigenen Idee haben und bereit sein, unter Umständen für sie sein Leben zu lassen — ohne den anderen mit umzubringen.

King-Hall hat vom weltlichen Standpunkt her in groben Zügen zu umreißen versucht, wofür es zu kämpfen gilt: Unsere Art zu leben in einer freien Welt mit echten Freiheiten für die Persönlichkeitsentfaltung. »Geist und Willen des einzelnen sollen dem staatlichen Willen nicht vollständig gleichgeschaltet oder untergeordnet werden dürfen«, sagt Professor *Heckmann* darüber.

Es fehlt bisher an einer wirklich gemeinsamen Erklärung *der* Staaten, die sich die »freien Völker« nennen, und vor allen Dingen an Beispielen einer Gesinnung, die ihre Bereitschaft zeigt, in ihrem Machtbereich jeder gewaltsamen Unterdrückung abzuschwören. Solange Doppelzüngigkeit an der Tagesordnung ist, wird der ideologische Krieg nicht zu gewinnen sein. Dieser gehört jedoch zu dem »kalten Krieg«, in dem wir uns seit Jahren befinden, und ist ein Teil des Kampfes der Intellekte, den *Koch* als den »Fünfkrieg« bezeichnet hat. Diese Benennung beruht auf der Einsicht, »daß der moderne Krieg ein totaler und im Entscheidenden außermilitärischer Prozeß ist, der sich im seelischen Bereich (psychologischer Krieg), im geistigen Bereich (ideologischer Krieg), im biologisch-wirtschaftlichen Bereich (wirtschaftlicher Krieg) und im politischen Bereich (politischer Krieg) abspielt und militärisch nur in dem Maße wird, in welchem er in den genannten außermilitärischen Bereichen negativ verläuft. Der militärische Krieg muß als katastrophale Endphase des außermilitärischen Prozesses aufgefaßt werden, in welcher der vorher verlorene psychologische, ideologische, wirtschaftliche und politische Krieg nur mehr historisch quittiert wird.

Der politische Krieg vereinigt den psychologischen Krieg, den wirtschaftlichen Krieg und die Militärmacht zur totalen Vorbereitung der militärischen Katastrophe. Er legitimiert und legalisiert die Vorbereitung und Durchführung des totalen Krieges.

Unter den überkommenen Umständen stehen die Politiker heute unter dem Zwang, den Fünfkrieg Schritt für Schritt rechtskräftig und offiziell zu machen. Alle ihre Versuche, diesem Zwang zu entrinnen,

haben keine Aussicht auf dauernden Erfolg, solange die Kräfte nicht real entwickelt sind, die den Fünfkrieg in seinen entscheidenden Positionen angehen und seinen Zwang zur militärischen Katastrophe von innen heraus brechen.

Nicht alle Staaten sind von dieser Gefahr in gleicher Weise betroffen. Je nach der Stärke ihrer demokratischen Tradition, nach ihren besonderen Anfälligkeiten und nach dem Grade ihrer Interessen am Fünfkrieg kommt der Totalitarismus langsamer oder schneller voran, bildet er sich zu dieser oder jener Spielart aus. In Ländern wie Deutschland, in denen demokratische Vorstellungen sich nur äußerlich und oberflächlich ausgebreitet haben, und in Situationen wie der deutschen, die vorläufig Ruhe und Dauer ausschließen, ist die Gefahr besonders groß. Aber sie verschont im letzten auch das demokratischste Land nicht.

Zu den entscheidenden Erkenntnissen der Natur des politischen Krieges innerhalb des modernen Fünfkrieges gehört die Einsicht, daß der Totalitarismus keine Einzelerscheinung ist, gegen welche ›die Demokratie‹ hochgehalten und verteidigt werden muß. Im Stadium des modernen Fünfkrieges ist die Demokratie als solche im Übergang zu totalitären Systemen begriffen.«

Es gibt also drei große Ziele einer gewaltlosen Politik. Einmal muß sie bemüht sein, innerhalb ihres Staatenverbandes eine echte demokratische Gesinnung zu erhalten und zu fördern, zum anderen muß sie alle Vorbedingungen zu einer erfolgreichen Durchführung des »Fünfkrieges« schaffen. Schließlich hat sie alle Vorbereitungen für den Fall zu treffen, daß der Staatenverband doch miltärisch überfallen wird und die Phase einsetzt, welche *King-Hall* als den eigentlichen Beginn des Kampfes nach einer Besetzung bezeichnet.

Zu dem ersten Punkt bemerkt *Koch:* »Mit der gewaltlosen Politik ist es wie mit dem Gewissen. Echte Demokratie hat sie nicht zu fürchten, sie muß sie lieben, denn sie ist die Erfüllung und radikale demokratische Politik. Aber unechte Demokratie hat sie zu fürchten. Denn sie ist die Revolution und das Ende dieser ›Demokratie‹. Und wie sich eine Regierung zu ihr stellt, positiv und verstehend oder negativ und mißverstehend, spricht sie sich selbst das Urteil, ob sie demokratisch ist oder nicht.«

Diese Formulierung erscheint unter dem bisherigen Aspekt überheblich. Sie wird es so lange bleiben, wie sich nicht auf freiwilliger Basis Menschen zusammengefunden haben, die bereit sind, Avantgarde der Gewaltlosigkeit im Atomzeitalter zu sein. Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei noch einmal betont, daß Abschwören der Gewalt nie-

mals ein Aufgeben der Verteidigungsbereitschaft bedeutet, weshalb man vielfach von einer »Umrüstung« spricht, die von neuem Denken her neue Formen der Abwehr schafft. Wie bei jeder neuen Gestaltung einer Gemeinschaft bedarf es der theoretischen Unterbauung und der praktischen Verwirklichung. Beides wird sich ergänzen müssen, insbesondere wird es notwendig sein, nicht an irgendwelchen Dogmen festzuhalten, sondern die Praxis wird gerade bei einem für das Abendland als geschichtslos zu bezeichnenden Ereignis ein wichtiges, wenn nicht das wichtigste Wort mitzureden haben. Es genügt nicht, daß die Träger einer neuen Gesinnung sich immer wieder in eigenen Zirkeln treffen, sondern wenn sie entsprechend meiner Forderung dem Volk nahegebracht werden soll, dann gehört dazu eine gewisse Portion Mut und Entsagung, die allen erfolgreichen *Gewalt*rebellen der Geschichte nicht gefehlt hat. Des weiteren muß man begreifen, daß jede gewaltlose Gemeinschaft heute offensiven Charakter zu tragen hat. Wer glaubt, in zurückhaltender Verteidigung das Heil suchen zu können, ist für den Kampf zur Umkehr untauglich.

Hierzu nochmals die Stimme von Ernst *Jünger:*

»Vor allem muß der einzelne begreifen, daß der Friede nicht aus der Müdigkeit erwachsen kann. Der echte Friede setzt Mut voraus, der den des Krieges noch übertrifft. Er ist ein Ausdruck geistiger Arbeit, geistiger Macht. Sie wird erworben, wenn man das rote Feuer in sich selbst zu löschen und sich zunächst im eigenen vom Haß und seiner Spaltung zu lösen weiß.«

Niemand, der mit vernünftiger Überlegung die Probleme der Welt betrachtet, wird der Ansicht sein können, daß es sich lohnt, die sogenannte »freie Welt« in Bausch und Bogen zu verteidigen. Auch sie hat eine ganze Anzahl von Schattenseiten. Sie scheint uns aber persönlich die erträglichere Form des Zusammenlebens in einer Welt, die Kompromisse erfordert! Die gegenseitige Angleichung und das Verständnis für andere Lebensarten ist ein größeres Ziel als die alberne, unverbindliche »Koexistenz«. Das Wort enthält etwas Sprungbereites, eine erzwungene Duldung, während die Zukunft in einem wachsamen, brüderlichen Vertrauen zueinander liegt, das sich auch durch wiederholte Enttäuschungen nicht zur Verhärtung bringen läßt. Die zukünftig wichtigste Aufgabe besteht in einer Entgiftung der außermilitärischen Phase des totalen Fünfkrieges. Sie besteht im ständigen, beharrlichen Abbau der meisten Reibungsmöglichkeiten zwischen den Staaten durch das Aufzeigen der verbindenden Interessen, durch die Förderung der Bereitschaft, Leistungen des anderen anzuerkennen und bei gegenseitigem Austausch der wissenschaftlichen Ergebnisse auch die Menschen

immer näher untereinander in Berührung zu bringen. Der gleichzeitige Austausch von Arbeitsgruppen und gemeinsame Arbeiten in unterentwickelten Ländern dienen dem gegenseitigen Verständnis. Die teilweise schwierige sprachliche Verständigung muß durch Einführung einer allen gemeinsamen Zweitsprache endlich überwunden werden. Vorarbeiten liegen dafür schon reichlich bereit, die Zeit für die Verwirklichung ist mehr als überreif.

Es bleibt bei aller Einsicht in die gefährliche Lage der Gesamtmenschheit ein Funken Hoffnung für eine Umgestaltung unserer mitmenschlichen Verhältnisse. *Russell* hat eines seiner Buchkapitel überschrieben »Verzweiflung ist keine Weisheit« und hält es ebenfalls für möglich, die Furcht und den Haß zu überwinden. Die Chancen scheinen deshalb gegeben, weil jenseits aller moralischen Erwägungen die Vernunft Überlegungen aufzwingt, die früher nicht gedacht werden konnten, weil es die H-Bomben nicht gab. Wenn man weiß, daß man den anderen nicht besiegen kann, ohne selbst zerstört zu werden, dann ist das auf beiden Seiten anzutreffende vordringliche Interesse das Überleben bzw. — wie früher erläutert — das Weiterleben.

Der gefährlich trügerische Satz: »Wenn Du den Frieden willst, bereite den Krieg vor« enthält nur die halbe Wahrheit. Er muß weiter lauten: ». . . und wirb um den Gegner, wenn es Dir auch noch so schwerfällt! Wirklicher Friedenswille darf nicht nur Bereitschaft, sondern muß auch Aktion sein. Das kostet keine Milliarden, sondern nur etwas von jener Moral, die bei christlichen Völkern zu finden sein sollte.« *(E. Schwarz).*

C. Wrigt *Mills,* dessen Buch »Die Konsequenz« viel Aufsehen erregt hat, fordert eine Verständigung der Intellektuellen aller Länder gegen die gleichgeschalteten Publizisten, Wissenschaftler und Techniker, weil »wir wissen sollten, daß wir geistige und kulturelle Werte vertreten, die durch keine nationalen Grenzen eingeschränkt sind.«

Bei aller Würdigung und allem notwendigen Erhalten eines bodenständigen Volkstums ist nationale Überheblichkeit gegenüber anderen Völkern der stärkste Hemmschuh für allgemeine Verständigung. Früher wurde die Vereinigung zu neuen und größeren Staaten durch Gewalt erzwungen, heute zeichnet sich durch die Entwicklung in der Technik, Wirtschaft, Kultur und auf vielen anderen Gebieten bedingt die Notwendigkeit zu viel weiträumigeren Einheiten ab, als sie durch die jetzigen nationalen Grenzen gegeben sind. Diesem bestehenden Druck darf aber nicht durch militärische Intervention nachgeholfen werden. Alles Gepäck der Vergangenheit, einschließlich der territorialen Ansprüche, ist über Bord zu werfen. Nur im Rahmen internationaler Einpassun-

gen sind nationalbodenständige Eigenheiten zu verwirklichen. Nationaler Fanatismus, ganz gleich aus welcher Quelle er sich speist, wird zu überwinden sein, und eine der Aufgaben innerhalb des Feldzuges der Überzeugung besteht darin, diese Zusammenhänge auch denen klarzumachen, die heute noch glauben, mit Drohungen Zukunftspolitik machen zu können.

Nachfolgende Generationen werden hoffentlich solche Engstirnigkeiten genauso belächeln können wie wir, wenn uns Fahnenlieder begegnen wie diese:

»Wie oft schon ist dein Ruhm gesungen!
Die Welten hat es längst durchdrungen!
Mit Stolz mach ich es laut bekannt:
Denn Anhalt ist mein Vaterland.«

und:

»Fort mit fremdem Trug und Tand,
Fort mit Preußens Trug und Schand!
Mein Braunschweig, du mein Vaterland!«

Das alles ist gerade etwa rund 100 Jahre her, und wie zu allen Zeiten hat jede Regierung von sich die Verantwortung auf andere abgeschoben:

König Wilhelm in seinem Kriegsmanifest vom 18. Juni 1866: »Alte, unselige Eifersucht ist in hellen Flammen wieder aufgelodert; Preußen soll geschwächt, vernichtet, entehrt werden. Ihm gegenüber gelten keine Verträge mehr. Wohin wir in Deutschland schauen, sind wir von Feinden umgeben und deren Kampfgeschrei ist: Erniedrigung Preußens. Bis zum letzten Augenblick habe ich die Wege zu gütlichem Ausgleich offen gehalten; Österreich wollte nicht.«

Kaiser Franz Joseph am gleichen Tage: »Die neuesten Ereignisse erweisen es unwiderleglich, daß Preußen offene Gewalt an Stelle des Rechts setzt. So ist der unheilvollste Krieg — ein Krieg Deutscher gegen Deutsche — unvermeidlich geworden! Zur Verantwortung all des Unglücks, das er über einzelne Familien, Gegenden und Länder bringen wird, rufe ich diejenigen, welche ihn herbeigeführt, vor den Richterstuhl der Geschichte und des ewigen allmächtigen Gottes.«

Es ist Unsinn, immer auf die anderen zu zeigen und von ihnen den Beginn einer Umstellung zu erwarten. Im eigenen Hause zu beginnen, Vorbilder und Beispiele zu geben, wäre auch heute noch in Deutschland möglich, da es sowieso weitgehend von dem guten Willen der Groß-

mächte abhängig ist. Ein Heer gewandter Diplomaten mit neuem Denken versehen als Gesandte guten Willens in alle Länder zu schicken, wäre klüger und ungefährlicher als das verkrampfte Festhalten an eingefahrenen Begriffen. Jede Rüstung beschwört das schnellere Eintreten der aussichtslosen militärischen Endphase des Fünfkrieges herauf, während es unser Bestreben sein muß, sie immer weiter hinauszuschieben, um sie endlich überflüssig zu machen.

In seiner groß angelegten Osloer Ansprache bei der Entgegennahme des Friedens-Nobelpreises 1959 hat der englische Politiker Ph. J. *Noel-Baker* in mehreren Gegenüberstellungen sehr deutlich gemacht, daß es nach der heutigen Weltsituation und den vorliegenden Abrüstungsvorschlägen weniger auf die Frage ankommt, *ob* man auf Gewaltlösungen verzichtet, sondern *wie* man den Abrüstungsvorgang ablaufen läßt, um bei der gegenseitigen Verfeindung nicht doch noch einem Überfall ausgesetzt zu sein. Er zitiert dabei den großen britischen Staatsmann Lloyd *George* und seinen Lehrer, den bedeutenden Polarforscher und Menschenfreund Fridtjof *Nansen.* Von dem ersten stammt das Wort: »Das Gefährlichste in der Welt ist, zu versuchen, einen Abgrund mit zwei Sprüngen überqueren zu wollen.« *Nansen* befürwortete ein Verfahren des Abbrechens der Brücken, damit keine Rückzugslinie zur alten Politik und zum alten System offen bliebe. »Das Schwierige ist das, was ein wenig Zeit braucht, das Unmögliche das, was mehr Zeit in Anspruch nimmt.« Daher die Vorschläge zur schnellen etappenweisen vollständigen Abrüstung, die auch erfahrene Wirtschaftspolitiker für den einzig gangbaren Weg ansehen. *(Endrucks).*

Die Zeitnot sitzt uns im Nacken, auf jedem Gebiet ist sie spürbar, der Wettlauf mit ihr ist das letzte große Wagnis der Menschheit. Trotzdem kann hastiges, unüberlegtes Handeln ebenso viel verderben, wie das mit allzuviel Bedenken beladene Zaudern, das den frischen Wind nur durch die Türspalten dringen läßt. Hier müssen Freiwillige helfen, die wissen, worum es geht, und die sich zuerst im eigenen Hause bewähren, um Zutrauen in ihre Kraft zu schaffen. Erst dann kann ihr Wirkungskreis erweitert werden.

Wer sich dafür zur Verfügung stellt, tritt in das erste große geforderte Wagnis ein; denn es ist klar, daß die Anforderungen an den einzelnen größer sein müssen als bei der Ausbildung zur Gewalt. Man wird dort nicht Apparate bedienen lernen, sondern der Mensch in seinen Nöten und deren Behandlung auf die neue Weise wird im Vordergrund aller Belehrungen stehen.

Einer von der jungen Garde, der zu früh vom Tode hinweggenommen wurde, war Albert *Camus,* der ebenfalls in seinen Dankesworten

bei der Verleihung des Nobelpreises für Literatur seine Sorge um die Zukunft der Jugend nicht verhehlen konnte:

»Jede Generation sieht zweifellos ihre Aufgabe darin, die Welt neu zu erbauen. Meine Generation jedoch weiß, daß sie sie nicht neu erbauen wird. Aber vielleicht fällt ihr eine noch größere Aufgabe zu. Sie besteht darin, den Zerfall der Welt zu verhindern. Als Erbin einer morschen Geschichte, in der verkommene Revolutionen, tollgewordene Technik, tote Götter und ausgelaugte Ideologien sich vermengen, in der Mächte ohne Größe heute wohl alles zu zerstören, aber niemand mehr zu überzeugen vermögen, in der die Intelligenz sich so weit erniedrigt, dem Haß und der Unterdrückung zu dienen, sah diese Generation sich vor die Aufgabe gestellt, einzig von ihrer Ablehnung ausgehend, in sich und um sich ein weniges von dem, was die Würde des Lebens und des Sterbens ausmacht, wiederherzustellen. Angesichts einer von Auflösung bedrohten Welt, in der unsere Großinquisitoren Gefahr laufen, auf immer das Reich des Todes aufzurichten, ist sie sich bewußt, daß sie in einer Art gehetztem Wettlauf mit der Zeit einen nicht in Knechtschaft gründenden Frieden unter den Völkern wiederherstellen, Arbeit und Kultur wieder versöhnen und im Verein mit allen Menschen einen neuen Bund schaffen sollte. Es ist nicht sicher, ob sie diese gewaltige Aufgabe jemals wird erfüllen können; sicher ist jedoch, daß sie überall in der Welt bereits den zweifachen Einsatz auf Wahrheit und Freiheit gewagt hat und gegebenenfalls ohne Haß dafür zu sterben weiß.«

Wo sollte Hoffnung sein, wenn nicht in der Jugend, die mit dem Neuen wachsen muß! Mir scheint, daß ein anderer Franzose, André *Gide,* das schönste Bekenntnis zu ihren guten Kräften abgelegt hat:

»Ich hege die Überzeugung, daß wir die Rettung nicht in einer einfachen Rückkehr zur Vergangenheit und einer Wiederanknüpfung an sie finden können. Alles muß erneut in Frage gestellt werden. Ich bin voller Hoffnung; und doch muß man erkennen, daß unsere Jugend infolge der hinter uns liegenden Zeit aufs tiefste richtungslos bleibt. Unter einem kläglich entstirnten Himmel scheint die Jugend von heute . . . sich die traurige Feststellung zu eigen zu machen, daß das All und unser Dasein ein sinnloses Getriebensein sind. Es liegt nur am Menschen und vom Menschen muß man ausgehen. Die Welt, diese sinnlose Welt, wird aufhören, sinnlos zu sein: es liegt nur an euch. Die Welt wird *das* sein, was ihr aus ihr macht. Je öfter ihr mir sagt und mich zu überzeugen sucht, daß es nichts Absolutes in dieser Welt und in unserem Himmel gebe, daß Wahrheit, Gerechtigkeit und Schönheit Menschenwerk seien, um so tiefer überzeugt ihr mich davon, daß

es also Sache der Menschen ist, sie zu erhalten, und daß seine Ehre auf dem Spiele steht. Der Mensch ist verantwortlich vor Gott.

In einer Zeit, in der ich alles, was den Wert des Menschen, seine Ehre und seine Würde, unseren Lebenszweck und unseren Lebenssinn ausmacht, in so großer Gefahr, so sehr von allen Seiten bedroht sehe, ist es gerade das Wissen darum, daß es unter den jungen Menschen einige gibt — seien sie auch nur in ganz kleiner Zahl und aus welchem Lande auch immer —, die nicht ausruhen, die ihre sittliche und geistige Unversehrtheit unangetastet bewahren und gegen jedes Wort totalitärer Art und gegen jedes Unterfangen protestieren, welches darauf abzielt, den Geist zu beugen, ihn sich unterzuordnen, zu versklaven, die Seele zu unterjochen — denn letzten Endes handelt es sich um die Seele selbst —, dann ist es das Wissen darum, daß sie da sind, diese jungen Menschen, daß sie leben . . . dann ist es gerade dies, was in uns, uns Älteren, das Vertrauen wachhält.

Ich glaube an die Kraft der kleinen Völker, ich glaube an die Kraft der kleinen Zahl. Die Welt wird durch einige wenige gerettet werden.«

Nachwort

Die Idee und der Plan zu diesem Buch sind entstanden aus vielen Vorträgen und Diskussionen besonders in der Kriegs- und Nachkriegszeit. Der Verfasser kommt ursprünglich nicht aus dem Lager der Pazifisten, im Gegenteil, er war auch während des Zweiten Weltkrieges noch lange Zeit von der Richtigkeit der deutschen »Verteidigung« mit Waffengewalt überzeugt. Das unmittelbare Kriegserleben an den verschiedenen Fronten war ein harter Lehrmeister. Gefangenschaft und Nachkriegszeit haben weiteres Nachdenken erzwungen. Die innere Umstellung vollzog sich trotzdem langsam, wurde aber um so fester, je deutlicher sich neben der zivilisatorischen Fehlentwicklung der Bankrott des Gewaltdenkens offenbarte. Geblieben ist die Einstellung, daß Leben nicht ohne Wagen und Kampf bestehen kann, geblieben auch die Liebe zu diesem Leben bei vollem Bewußtsein seiner schnellen Vergänglichkeit. So düster manche Ausblicke erscheinen, sie sollen keinen resignierenden Pessimismus fördern — obwohl sie das bei entsprechenden Naturen wohl doch tun werden —, sondern zeigen, daß auf unsere hemdsärmelige Betriebsamkeit noch viele Aufgaben und Vorsorgearbeiten warten.

Wenn Bildmaterial und Schrifttumsverzeichnis verhältnismäßig ausführlich gegeben wurden, so geschah es aus der Auffassung heraus, daß bei der nicht ganz einfachen Materie genügend Anschaulichkeit vorhanden sein muß; eine ausreichende Angabe von Quellen für weitere Vertiefung der angeschnittenen Probleme war ebenfalls nötig. Manchen Kritikern werde ich immer noch zu wenig angeführt haben, andere werden Gegenstimmen da und dort zitieren. Sie werden mich allerdings nicht davon überzeugen können, daß die gesamte Unsicherheit unserer modernen Welt durch übersteigerte technische Fortschritte zu überwinden sei. Freiheitsgewinn für alle wird nur auf einer höheren *menschlichen* Ebene möglich sein; dafür lohnt sich jedes zukünftige Wagnis!

LITERATURVERZEICHNIS

Alexander. Zitiert nach Eichholtz, *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.

Anders, G. *Die Antiquiertheit des Menschen.* Beck, München, 1959.

— »Briefe über Ignoranz«. *Blätter für deutsche und internationale Politik,* H. 8, 1960.

— »Gebote des Atomzeitalters«. *F.A.Z.,* 13. 7. 1957.

— *Der Mann auf der Brücke.* Tagebuch aus Hiroshima und Nagasaki. Beck, München, Berlin.

Anderson, O. »Statistische Künste«. *F.A.Z.,* 3. 7. 1958.

Annecke, K. *Der öffentliche Gesundheitsdienst,* H. 11, 1959.

Ardenne, Manfred, v. *Tabellen der Elektronenphysik, Ionenphysik und Übermikroskopie.* Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1956

Armand, L. »Die Chancen Europas«. *Atombrief,* H. 12, 1957,

Aron, R. *Opium für Intellektuelle.* Kiepenheuer & Witsch, Köln, Berlin, 1957.

Baade, F. *Welternährungswirtschaft.* Rowohlt, Hamburg, 1956.

— »Der weltwirtschaftliche Rang der Atomenergie«. *Außenpolitik,* H. 4/5, 1957.

Baden, H. J. *Mensch und Schicksal.* de Gruyter & Co., Berlin, 1950.

Bagge. In: *Atom — Wirklichkeit, Segen, Gefahr.* Herausgeber: Land Schleswig-Holstein, Kiel, 1960.

Baier, H. Bericht, *DVZ,* 9. 2. 1957.

Bargatzky, H. »Ein neuer Schritt des Roten Kreuzes in der Atomfrage«. *Deutsches Rotes Kreuz,* H. 11, 1958.

Balcke, H. *Luftschutzselbsthilfe, Industrie.* Straub, Rappenau (Baden).

Balke, S. *Vernunft in dieser Zeit.* Econ Verl. Düsseldorf-Wien 1962.

Bamm, P. *Ex ovo.* Essays über die Medizin. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1956.

Bär, F. *Mitteilungen aus der Biologischen Zentralanstalt,* 1956.

Bartels, W. *Das Gewissen,* N. 6/1964.

Barthelmess, A. *Gefährliche Dosis?* Herder, Freiburg i. Br., 1959.

Bärwolf, A. *Da hilft nur beten.* K. Muth, Düsseldorf, 1956.

Basic, M., und Weber, D. »Über intrauterine Fruchtschädigung durch Röntgenstrahlen«. *Strahlentherapie,* H. 4, 1956.

Baur, F. »Die Gefahren der Atombombenversuche«. *F.A.Z.,* 17. 2. 1958.

Bauer, J. *Irrwege der menschlichen Gesellschaft.* Ars Medici Lüdin, Liestal, 1959.

Bauer, K. H. *Das Krebsproblem.* Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1949.

Bavink, B. *Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften.* Hirzel, Zürich, 1948.

Bechert, K. *Der Wahnsinn des Atomkrieges.* Diederichs, Düsseldorf, 1956.

— »Radioaktive Verseuchung.« *Medizinische Klinik,* Nr. 34, 1957.

— »Radioaktive Verseuchung.« *Umschau,* H. 17, 1956.

— *Deutsche Woche,* 23. 12. 1959.

Beck, H. »Spätschäden . . .« Vortrag vor der Gesellschaft zur Bekämpfung der Krebskrankheiten. Solingen, 17. 10. 1958.

Beck, K. F. A. *Mißbildungen und Atombombenversuche.* Haug, Ulm (Donau), 1958.

Begemann, H. *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* Nr. 41, 1957.

Behrens, P. *Pharmazeutische Zeitung,* Nr. 23, 1959; Nr. 3, 1960.

Below, F. *Armee und Soldat im Atomzeitalter.* Strahlberg, Karlsruhe, 1957.

Benckiser, N. »Auswege aus dem Absurden.« *F.A.Z.,* 14. 3. 1958.

Bense, M. *Ein Geräusch in der Straße.* Agis Verl. Baden-Baden und Krefeld, 1960.

Berdjajew, N. *Der Mensch und die Technik.* Cornelsen, Berlin u. Bielefeld, 1949.

Berninger. »Wasserstoffbombe und Wetter.« *Dinge der Zeit,* H. 20, S. 262, 1956.

Bersin, F. H. u. Fatzer, R. in *Zerstörung durch den Fortschritt.* Verl. Staat und Gesellsch. GmbH. Bonn, 1962.

Beutler, M. Inauguraldissertation. Göttingen, 1956.

Rhabha, H. J. *Bulletin der Indischen Botschaft, Bonn,* Bd. VI, Nr. 11, 1956.

— »Der Energiebedarf der modernen Welt.« *Universitas,* H. 11, 1957.

Bielendorfer, E. Vortrag am 21. 10. 1958. *Laboratoriumspraxis,* H. 1, 1959.

Bier, A. *Die Seele.* Lehmann, München und Berlin, 1942.

Bircher, R. »Schutz vor radioaktiver Nahrung.« *Reform-Rundschau,* H. 3, 1959.

Birnbaum, R. *Klinik der Mißbildungen und kongenitalen Erkrankungen.* Springer, Berlin, 1909.

Biskind, M. S. »Public Health Aspects of New Insecticides.« *Amer. Journ. of Dig. Dis.,* 11. 11. 1953.

Bittmann, E. *Hilfe durch Grün,* H. 6. Stichnote, Darmstadt, 1959.

Bitzer, E. »Das Atom fordert sein Recht.« *F.A.Z.,* 25. 10. 1958.

— »Europäischer Luftschutz als Ziel.« *F.A.Z.,* 29. 11. 1957.

Boas und Merkenschlager. *Biologenbrevier.* Strom-Verlag, Hamburg-Bergedorf.

Bock. *Atomzeitalter,* 6, 1959 (Vortragsbericht).

Böhler, G. »Bericht über die Konferenz in Monaco (18.—21. 11. 1959).« *Atomkernenergie,* H. 4, S. 144, 1960.

Bökenförde, E. W., u. Spaemann, R. In: *Atomare Kampfmittel und christliche Ethik.* Kösel, München, 1960.

Bonin, B. v. »Die militärische Bedeutung atomarer Waffen.« In *Weltmacht Atom.* Nest-Verlag, Frankfurt a. M., 1955.

Borgorov und Kreps. »Die Verwendung von Isotopen in Biologie, Landwirtschaft u. Meteorologie.« *Atompraxis,* H. 9. S. 367, 1959.

Born, M. »Der Mensch und das Atom.« *Atomenergie,* H. 1, 1957.

— Leserbrief. *F.A.Z.,* Juli 1957.

— Vortrag auf dem Europäischen Kongreß gegen Atomrüstung, London/Frankfurt a. M., 17./18. 1. 1959.

— Beitrag in *Wo stehen wir heute,* Bertelsmann, Gütersloh, 1960.

Boushey, H. A. *Spiegel,* 5. 3. 1958.

Brandstätter, L., *Implosion statt Explosion.* Selbstverlag des Verfassers, 1955.

Brandt, L. *Die zweite industrielle Revolution.* Herausgeber: Vorstand der SPD, Bonn, 1956.

— *Staat u. friedliche Atomforschung.* Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1956.

Braun, W., Stille, G, und andere. »Oraler und parenteraler Strahlenschutz durch Thiolaktone.« *Arzneimittelforschung,* 7, 753, 1957.

Braunbek, W. *Forscher erschüttern die Welt.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1956.

— *Gefährliche Strahlen.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1957.

Brauß, H. E. Inauguraldissertation (Röntgenreihenuntersuchungen). Münster, 1957.

Bridgman, P. W. *Physikalische Forschung u. soziale Verantwortung.* Humboldt-Verlag, Frankfurt a.M. u. Wien, 1954.

Broda, E. *Atomkraft — Furcht und Hoffnung.* Globus-Verlag, Wien, 1956.

Bröndstedt, H. V. *Das Atomzeitalter und unsere biologische Zukunft.* Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1956.

Buber, M. Zit. nach Jentsch, Bekenntnis zu Gandhi. *Gemeinschaft und Politik,* Nr. 2, 1958.

Butenandt, A. »Tagung der Nobelpreisträger.« *Universitas,* H. 9, 1960.

Burkhardt, G. *Frankfurter Hefte,* Sept./Okt., S. 16 ff., 1959.

Büscher, G. *Buch der Wunder.* Scheffler, Frankfurt a. M., 1954.

Calder, R. *Universitas,* H. 8, S. 753, 1959.

Camus, A. *Fragen der Zeit.* Essays. Rowohlt, Hamburg, 1960.

Carell, A. *Betrachtungen zur Lebensführung.* Rascher, Zürich, 1954.

— *Der Mensch, das unbekannte Wesen.* Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1950.

— *Tagebuch eines Lebens.* List, Müchen, 1957.

Carr, E. H. *Grundlagen eines dauernden Friedens.* Steinberg, Zürich, 1943.

Caspari, F. *Fruchtbarer Garten.* Wirtschaftsverl. M. Klug GmbH. München-Pasing, 1964.

Catsch, A. »Zur Frage der maximal zulässigen Konzentration radioaktiver Isotope.« *Atomkernenergie,* H. 5, S. 181.

Chamberlain. H. St. *Natur u. Leben.* Bruckmann, München, 1928.

Chase, St. *Die Wissenschaft vom Menschen.* Humboldt, Wien u. Stuttgart, 1951.

Chipman, W. A. In: Bericht über die Konferenz in Monaco, 18.—21. 11. 1959. *Atomkernenergie,* H. 4, S, 144, 1960.

—, Anderson, E. C., Schuch. *Science,* 125, 1273—78, 1957.

Christofilos, N. C. *Atominform,* 26. 8. 1958.

Clark, D. E. »The Association of Irradiation with Cancer of the Thyreoid in Children and Adolescents.« Genfer Konferenz 1955, Vol. 11, S. 146.

Conrad. »Ärztliche Untersuchungen von Bewohnern der Marshallinseln zwei Jahre nach Explosion gegen Zerfallsstrahlung.« *Journal of the American Medical Association,* Nr. 164, S. 1192, 1957.

Curie, P. zitiert nach Bamm, s. d.

Daim, W. *Totaler Untergang.* Manz, München, 1959.

Darlington, C. D. *Die Gesetze des Lebens.* F. A. Brockhaus, Wiesbaden, 1959.

Darwin, Ch. G. *Die nächste Million Jahre.* Viewegs & Sohn, Braunschweig, 1953.

Dean, G. *Atomwaffen oder Isotope.* Bohmann, Heidelberg, 1955.

Delaney, J. J. In Eichholtz: *Biologische Existenz des Menschen in der Hochzivilisation.* Braun, Karlsruhe, 1959.

Demoll, R. *Bändigt den Menschen.* F. Bruckmann, München, 1954.

— *Im Schatten der Technik.* Bechtle Verl. München, 1960.

Diemair. Zitiert nach Eichholtz: *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.
Diesel, E. *Menschheit im Katarakt.* A. Winkler Verl. Griesbach, 1963.
Dingler, M. »Unsere Schmetterlinge sterben aus.« *Zeitschrift für Vivaristik,* H. 3, 1958.
Dinkloh, H. *Wehrmedizinische Mitteilungen,* 12, 149, 1958.
Disney, W. *Unser Freund das Atom.* Droemer, München-Zürich, 1958.
Doke, T. *The Danger must not be minimized — some Observations on Dr. Libby's Report.*
Druckrey, H. »Schutz vor Gefährdung der Gesundheit durch Lebensmittelzusätze.« *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* Nr. 32, S. 1310, 1957.
— »Entstehung und Prophylaxe des Krebses.« In: *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.
Du Bois-Reymond, E. *Über die Grenzen des Naturerkennens.* Veit & Co., Leipzig, 1872.
Ducrocq, A. *Atomwissenschaft und Urgeschichte.* Rowohlt, Hamburg, 1957.
Duhm, B. Bericht. *Universitas,* H. 1, 1958.

Eichholtz, F. *Biologische Existenz des Menschen in der Hochzivilisation.* Braun, Karlsruhe, 1959.
— »Chemikalien in den Nahrungsmitteln.« In: *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.
— »Die Frauen und das Lebensmittelgesetz.« *F.A.Z.,* 1. 2. 1958.
Einstein, A. *Mein Weltbild.* Ullstein-Bücher, Nr. 65, 1959.
Eisenhower, D. D. Rede vor der Generalversammlung der Vereinten Nationen in New York am 8. 12. 1953.
Ellis, F. *Strahlentherapie,* H. 2, 1957.
Endrucks, B. *Das Ende aller Kriege.* Müller, Krailling bei München, 1959.
Engelhardt, W. In: Wassiljew und Guschtschew. *Reportage aus dem 21. Jahrhundert.* Nannen, Hamburg, 1959.
Ertaud, A. *Atomkernenergie,* H. 8/9, 1957.
Essig, R. *Deutsche Kraftfahrforschung und Straßenverkehrstechnik,* H. 126, 128, 129, 1959.
Eugster, J. *Weltraumstrahlung.* H. Huber, Bern u. Stuttgart, 1955.
Eynem, v. Bericht über Vortrag, Frankfurter Gesellschaft über Handel, Industrie usw. *F.A.Z.,* v. 24. 4. 1959.
Eysenck, H. J. *Wege und Abwege der Psychologie.* Rowohlt, Hamburg, 1956.

Farb, P. »Zurück zur Natur — bei der Insektenbekämpfung.« *Reader's Digest,* Juni 1957.
Faust, E. In: Kötschau *»Wandlungen der Medizin.«* Urban & Schwarzenberg, München u. Wien, 1956.
Federow, J. K. »Der Einfluß der Atomexplosionen auf die meteorologischen Prozesse.« *Atomkernenergie,* H. 7, S. 266, 1957.
Felix, K. »Die chemischen Grundlagen der Vererbung.« *Materia medica Nordmark,* XI, 7/8, 1959.
Fervers, H. *Schönere Zukunft.* Akrana Verl. Ulm, 1961.
Fischer, L. *Mahatma Gandhi, sein Leben und seine Botschaft an die Welt.* Bürgers Taschenbücher, Nr. 26.
Flechtner, H. J. *Du und das Wetter.* Deutscher Verlag, Berlin, 1940.
Ford, H. *Das große Heute, das größere Morgen.* List, Leipzig, 1926.
— *Mein Leben und Werk.* List, Leipzig.

Freyer, H. *Theorie des gegenwärtigen Zeitalters.* Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1955.
— »Die Idee der Freiheit im technischen Zeitalter.« *Universitas,* H. 3, 1959.
Freyschmidt, P. »Möglichkeiten und Grenzen der Therapie interner Erkrankungen mit radioaktiven Isotopen.« *Fortschritte der Medizin,* Nr. 23, 1957.
Friedrich der Große. *Der Antimachiavell.* Übersetzte Ausgabe. Hobbing, Berlin, 1914.
Friedrichs, G. *Atomenergie in den USA.* Bericht über E.P.A.-Projekt Nr. 157/4 — TA 8.
— Sozialpolitischer Arbeitskreis SPD. Referat vom 18. 10. 1959.
Fudalla, S. G. *Die Gegenwart als Patient.* Scherz, Bonn, Stuttgart, Wien, 1960.

Galton, F. Zit. nach A. E. Stubbe, *Rätsel der Vererbung.* Winter, Heidelberg, 1950.
Garvin u. Compton. *Das freie Wort,* Nr. 23, 1958.
Geiger. *Medizinische Klinik,* H. 28, 1958.
Gerber, G. »Ganz- und Teilkörperbestrahlung.« In: Rajewski, B. *Wissenschaftliche Grundlagen usw.*
Gerhardt, O. »Naturforschung schafft Nahrung.« *Kosmos.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1946.
Gerlach, W. In: *Das Weltbild unserer Zeit.* Nest-Verlag, Frankfurt a.M., 1954.
— In: *Die Welt in neuer Sicht.* Barth, München-Planegg, 1957.
— »Neue Physik und Verantwortung.« In: Oppenheimer. *Atomkraft und menschliche Freiheit.* Rowohlt, Hamburg, 1957.
Gide, A. *Von Montaigne bis Valérie.* Continental-Verlag, Reutlingen.
Gießler, A. Vortrag auf dem 4. Internationalen Vitalstoff- und Ernährungskonvent 1958 in Essen.
Gietzelt. *Über die medizinischen und biologischen Folgen der Atombombenexplosionen in Japan.* VEB-Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1956.
Glass, H. B. *Deutsche medizinische Wochenschrift,* Nr. 40, 1957.
— In: Festrede F. Klose beim II. Kongreß der deutschen Zentrale für Volksgesundheitspflege, 27. 10. 1957.
Glueckauf, E. In: *Das Atom — Aussichten und Gefahren.* Hanseatische Verlagsanstalt, Hamburg, 1956.
Gomer, J. Vortrag in Bad Harzburg, 26. 6. 60.
Götz, H. H. »Der Gegenschlag der Mathematiker.« *F. A. Z.,* 5. 12. 1956.
Graul, E. H. *Fortschritte der angewandten Radioisotope und Grenzgebiete.* Hüthig, Heidelberg 1957, Bd. I u. II.
— »Medikamentöser Strahlenschutz.« *Strahlentherapie,* 100, 142, 1956.
— »Strahlenkrankheiten.« *Umschau,* H. 15, 1957; H. 23, 1957.
Greppin, L. *Biologisches Zentralblatt,* Bd. 31, 1911.
Griesbach, R. und Keutzer, A. *Internationales Journal für prophylaktische Medizin,* H. 2, S. 35, 1960.
Gsell, O. »Gift in der Atemluft.« In: *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.

Habernoll, A. »Bericht der Bundesregierung über Umfang und Ursachen der Verunreinigung der Luft.« *Ärztliche Mitteilungen,* H. 33, S. 994, 1957.
Hachiya, M. *Hiroshima-Tagebuch.* Hyperion-Verlag, Freiburg i. Br., 1955.
Hadorn, E. *Univ.* 11/62.
Hagen, Ch. *Schriftenreihe Zentralverb. d. Ärzte f. Naturheilverf.* 14. Bd., Sonderh. 1.

Hagen, K. u. Langendorff, H. *Atomkernenergie,* H. 5, S. 173, 1960.

Hahn, v. F. V. *Thesigraphie,* F. Steiner Verlag, Wiesbaden, 1962.

Haldane, J. B. S. »Die genetischen Strahlenwirkungen der Kernexplosion.« *Wissenschaftliche Welt,* Nr. 2, Dez. 1958/Jan. 1959.

Haley, T. J. »Die Verwendung radioaktiver Isotope in der Medizin.« *Triangel,* S. 306, 1957.

Haller, W. v. *Vergiftung durch Schutzmittel.* Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1956.

Hamm, W. »Schmutziges Wasser.« *F.A.Z.*, 4. 12. 1956.

Hampe, E. *Im Spannungsfeld der Luftmächte.* Maximilian-Verlag, Köln, 1956.

Hanle, W. *VDI-Zeitschrift,* H. 18, 1959.

Hanson, W. C. und Kornberg, H. A. In: Graul, *Fortschritte der angewandten Radioisotopie.* Bd. I, S. 191.

Harrassowitz. *Die Naturwissenschaften,* Nr. 43, S. 11, 1956.

Harder, D. und Kühn, H. »Entseuchung der ehemaligen Räume eines Radiumbetriebes.« *Atompraxis,* Nr. 11, 1957.

Hartung. *Medizinische Klinik,* Nr. 28, 1958.

Hass, E. *Die Chance,* G. Olzog Verl. München, Wien, 1962.

Hasterlik, R. J. und Narinelli. *Genfer Atomkonferenz,* Vol. 11, 1959.

Haug, H. *Universitas,* H. 9, 1959.

Haxel, O. Ref. Münch. Atomforum Tag. 1963. *FAZ* Nr. 30/1963.

Hecht. *Ärztliche Praxis,* 15. 3. 1958.

Heckmann, G. *Demokratie, Gewissen, Verteidigung.* Sonderdruck, 1958.

Hediger, H. In: *Die Angst.* Rascher, Zürich und Stuttgart, 1959.

Heidegger, M. *Gelassenheit.* Neske, Pfullingen, 1959.

— *Identität und Differenz.* Neske, Pfullingen, 1957.

— *Über den Humanismus.* Klostermann, Frankfurt a. M., 1947.

Heisenberg, W. *Das Naturbild der heutigen Physik.* Rowohlt, Hamburg, 1955.

— *Physik und Philosophie.* Hirzel, Stuttgart, 1959.

Heitler, W. *Der Mensch und die naturw. Erkenntnis.* F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1964.

Hellriegel, A. *Strahlentherapie,* H. 1, 1956.

Herbers, H. *Friede durch Gewalt, Friede durch Recht.* Neue Deutsche Schule Verlag, Essen, 1959.

Herbst, W. *Bericht über die US Hearings vom 27.—29. 5. u. 3.—7. 6. 1957.*

— »Radioaktive Verseuchung von Boden, Wasser und Nahrung.« In: Rajewsky, B. *Wissenschaftliche Grundlagen usw.*

— »Zu den Vorgängen der Verbreitung radioaktiver Partikel in der Inhalation radioaktiver Aerosole.« *Atomkernenergie,* H. 7/8, 1959.

— »Studien zur radioaktiven Kontamination der menschlichen Umwelt.« *Atompraxis,* H. 7/8, 1959.

— »Radioaktivität in Lebensmitteln.« *Vitalstoffe, Zivilisationskrankheiten,* H. 9, III, 1, 1958.

— *Zeitschrift für aerosolare Forschung,* S. 473, 1955.

— *Zentralblatt für biologische Aerosolforschung,* Nr. 1/2, 1960.

—, Marley, Frey. *Strahlenschutzheft 1.* Wissenschaftliche Referate und Berichte. Gersbach & Sohn, Braunschweig, 1957.

— *Vitalstoffe,* 5/63.

— *Vitalstoffe,* 3/64.

Heupke. Zitiert nach Eichholtz, *Die Bedrohung unserer Gesundheit.* Kröner, Stuttgart, 1956.

Hevessy, v. »Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten von radioaktiven Indikatoren.« *Wissen und Praxis*, H. 1, 1957.
Heynig-Zamboni, O. *Du bist stärker als Atom.* Verlag »Der Löwe«, Köln, 1957.
Hill, A. B. »Die Statistik in der medizinischen Forschung.« *Triangel*, S. 208, 1958.
Hiller. *Spiegel*, Nr. 24, S. 56, 1960;
Hills, L. D. *The 1957 Flower Abnormalities.* (Persönliche Zusendung.)
Hinder, R. »Das grundsätzliche Ja zur Gewalt.« *Gemeinschaft und Politik*, Nr. 4, 1958.
Hochstaedt, B. und Langer, G. *Gynaecologia*, 146, 372, 1958.
— »Röntgentherapie der weiblichen Sterilität und Menstruationsstörungen, Indikationsstellung.« *Berichte über die gesamte Gynäkologie und Geburtshilfe*, Bd. 68, S. 113, Aug. 1959.
Höcker, K. H. und Weimer, K. *Lexikon der Reaktortechnik.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1959.
Hodin Moore, J. P. *Europäische Bildhauer.* Kiepenheuer & Witsch, Köln u. Berlin, 1956.
Hofmann, A. »Die Ausbreitung radioaktiven Staubes über die Erde.« In: *Gefährliche Strahlen.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1957.
Holmes, R. H. *U.S. News and World Report*, 13. 5. 1955.
Holthusen, H. »Röntgenstrahlen im Gesamtrahmen zulässiger Strahlungsgrößen.« In: *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege.* Limpert, Frankfurt a. M., 1958.
Hontschick, H. *Deutsche Kraftfahrforschung und Straßenverkehrstechnik*, H. 126, 128, 129, 1959.
Hornsmann, E. *Wasser, ein Problem jeder Zeit.* Dalp-Taschenbücher. Lehnen, München, 1956.
Huber, B. »Gefährliche Luftverunreinigungen.« *Ärztliche Praxis*, Nr. 7. 14. 2. 1959.
Hug, O. »Die karzinogenen Wirkungen ionisierender Strahlungen.« *Strahlentherapie*, H. 4, 1957.
— und Feine, U. »Strahlenspätschäden unter besonderer Berücksichtigung des Strahlenkrebses.« In: Rajewsky, B. *Wissenschaftliche Grundlagen usw.*
— »Fortschr. d. Strahlenbiologie«, *Strahlenschutz*, H. 23. Gersbach u. Sohn Verl. München, 1963.
Humboldt, W. v. *Das inwendige Leben.* Langewiesche-Brandt, Ebenhausen bei München, 1949.
Humphreys, W. J. *Physics of the Air.* 3. Aufl., S. 551. McGraw-Hill, New York, 1940.
Huxley, A. *Wissenschaft, Freiheit, Frieden*, Steinberg, Zürich, 1947.
Huxley, J. *Reader's Digest.* Febr. 1959.
Hyams, E. *Der Mensch — ein Parasit der Erde?* Diederichs, Düsseldorf, 1956.

Illies. *Hamburger Reaktortagung der Studiengesellschaft zur Förderung der Kernenergieverwertung in Schiffbau u. Schiffahrt, 3.—6. Juni 1957.*
Israël, H. *Luftelektrizität u. Radioaktivität.* Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1957.
— »Luftelektrische Wirkungen der künstlichen Radioaktivität.« *Zeitschrift für Physik*, Bd. 151, 1958; Persönliche Mitteilung.

Jacob und Schosteck. *Langenbecks Archiv*, Nr. 4, 1957.
Jaeger, R. G. *Strahlennachweis und Meßgeräte.* Dr. Ebeling, Koblenz, 1956.
Jaeger, Th. *Atomkernenergie*, H, 2 u. H. 4, 1958.
Jahn, H. E. *Gesellschaft und Demokratie in der Zeitenwende.* Greven, Köln, 1955.

Jánossy, L. *Einführung in die kosmische Strahlenforschung.* VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1955.

Jansen, G. *Umschau,* H 1, 1961.

Jaspers, K. *Der philosophische Glaube.* Piper, München, 1948.

— *Die Atombombe und die Zukunft des Menschen.* Piper, München, 1958.

— *Die geistige Situation der Zeit.* Göschen, Berlin, 1955.

— *Vernunft und Existenz.* Storm, Bremen, 1947.

Jenks, M. »Mit der ›Nautilus‹ unter dem Nordpol.« *Reader's Digest,* April 1959.

Jentsch, G. »Menschheit und Gewissen.« *Gemeinschaft u. Politik,* Nr. 1, 1959.

Johne, K. *Deutsche Kraftfahrforschung u. Straßenverkehrstechnik,* H. 126, 128, 129, 1959.

Jordan, P. *Der gescheiterte Aufstand.* Klostermann, Frankfurt a. M., 1956.

— *Wie sieht die Welt von morgen aus?* List, München, 1958.

Jünger, E. *Der Friede.* Gesammelte Werke, Bd. V. Klett, Stuttgart, 1960.

— *Der Waldgang.* Gesammelte Werke, Bd. V. Klett, Stuttgart, 1960.

Jung, C. G. *Gegenwart und Zukunft.* Rascher, Zürich und Stuttgart.

Jungk, R. *Die Zukunft hat schon begonnen.* Scherz & Goverts, Stuttgart, 1954.

— Eine *»Europäische Charta«.* Vorschlag auf dem Europäischen Kongreß gegen Atomrüstung. London/Frankfurt a. M., 17./18. 1. 1959.

— *Heller als tausend Sonnen.* Scherz & Goverts, Stuttgart, 1956.

— »Mein Freund Eatherly.« *Welt am Sonntag,* Nr. 50, 11. 12. 1960.

Jüngling, O. *Allgemeine Strahlentherapie.* Enke, Stuttgart, 1938.

Justi, E. Beitrag in: *Wie leben wir morgen?* Kröner. Stuttgart 1957.

— *Universitas,* H. 10, 1957.

— Vortrag, Mainz, 28. 10. 1955.

Kaehs, A. Referat. 17. Internationaler Kongreß für reine u. angewandte Chemie. München, 1959.

Kahn, F. *Das Atom — endlich verständlich.* Müller, Rüschlikon-Zürich 1949.

Kaiser, A. *Deutsche Kraftfahrforschung und Straßenverkehrstechnik,* H. 126, 128, 129, 1959.

Kandori und Masuda. »Augenschädigungen durch die Atombombe.« Referat. *Umschau,* H. 9, DK 617.7, 1957.

Kant, J. *Zum ewigen Frieden.* Banas & Dette, Hannover, 1923.

Kanthack, K. »Macht Technik frei oder unfrei.« Vortrag. *Ärztliche Praxis,* 3. 1. 1959.

Kaplan, J. Referat. *Berichte über die gesamte Geburtshilfe und Gynäkologie,* Bd. 70, S. 105, Apr. 1960.

— R. W. *Eine Zahlenbilanz der Atombombenschäden in Hiroshima und Nagasaki.*

— »Die Gefährdung der Erbanlagen des Menschen durch Strahlen.« *Die Naturwissenschaften,* H. 16, 1957.

— *Zeitschrift für induk. Abstammungs- und Vererbungslehre,* Bd. 83, 1951.

— *Ärztliche Mitt.,* H. 13/1962.

Karbe, A. J. *Wasser, Segen und Gefahr.* Klemm, Freiburg i. Br., 1957.

Katz, F. *Weltproblem Hunger.* Institut für Geosoziologie und Politik, Bad Godesberg, 1956.

— »Stephen King-Hall und die Pazifisten.« Sonderdruck aus *Der Quäker,* Jahrg. 33, Nr. 9. Friedrich, Bad Pyrmont.

— Zur Psychologie des Atomkrieges. Vortrag auf dem First International War Prophylaxis Congress for Physicians and Physics in Nordwyk (Holland), 23.—28. 5. 1960.

Kaulla, K. N. v. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, Nr. 17, 1958.
— und Mitarbeiter. *Klinische Wochenschrift*, 37, 1248, 1959.
Kelvin. Zitat nach Schrödinger, E. *Was ist Leben?* Copy A. Francke Verlag, Bern 1951.
Kepp, K. »Fruchtschädigung bei Bestrahlung des graviden Unterus.« In: Rajewski, B. *Strahlendosis und Strahlenwirkung.*
— und Henschke, U. *Grundlagen der Strahlentherapie.* Thieme, Stuttgart, 1952.
Kimbel, K. H. »Radioisotope — ein diagnostischer Fortschritt.« *Medizin-Mitteilungen der Schering AG.*, H. 4, S. 110, 1957.
King-Hall, St. *Common Sense in Defense.* K-H Services Ltd., London.
— *Den Krieg im Frieden gewinnen.* Nannen, Hamburg, 1958.
Kirst, H. H. *Keiner kommt davon.* Desch, Wien, München, Basel, 1957.
Kissinger, H. A. *Kernwaffen und auswärtige Politik.* Oldenbourg, München, 1959.
— *Nuclear Weapons and Foreign Policy.* Harper Brothers, New York, 1957.
— *Spiegel,* 11. 2. 1959.
Kliefoth, W. *Sind wir bedroht?* Physikerverlag, Mosbach (Baden), 1956.
— »Atomrundschau« in *Atomkernenergie,* H. 3, 1958.
— *Atomkernenergie,* H. 11, S. 458, 1959.
— Über die Vermessenheit in der heutigen Situation der Menschheit aus der Sicht des Physikers. (Vortrag, gehalten in Zeist, 30. 5. 1959).
Klose, F. *Tagesfragen der Gesundheitspolitik,* Festrede II. Kongreß der Deutschen Zentrale für Volksgesundheitspflege, 27. 10. 1957, Frankfurt a. M.
— »Gesundheitspolitische Probleme unserer Zeit.« *Ärztliche Mitteilungen,* 1956, H. 32, S. 906.
Knebel, F. und Bailey, Ch. *Die Welt,* 9. 9. 1960 (Nachdruck).
Knoop, E. *Verbraucherdienst,* Okt. 1963.
Kobler, I. »Atommüll an Bord.« *Das Beste aus Reader's Digest,* Juni 1958.
Koch, H. J. *Freiheit ohne Maß? Vom Segen und Mißbrauch einer Wissenschaft.* Naturwissenschaften, Forschungsfragen unserer Zeit. Lieferung 3, S. 353, 1955.
— »Chemische Probleme in unserem Wasserhaushalt.« *Naturwissenschaften/Chemie,* Nr. 1, 1956.
— *Kristall,* Nr. 8, 1959.
— N. *Die moderne Revolution.* Tübingen, 1951.
— *Kriegsdienst und Friedensdienst.* Witten, 1954.
— und Manstein, B. *Die Freiwilligen.* Ausbildung zur gewaltlosen Selbsthilfe. Wissen und Verantwortung, Göttingen, 1959.
Koltzoff und Schräder. Zitat nach Rostand, J. *Die Biologie und der Mensch der Zukunft.* Holle, Darmstadt und Genf.
Körbler. *Krebsarzt,* 14, 546—555, 1959.
Kötschau, K. »Die gesundheitliche Gefährdung.« *Gesundes Leben. Medizinalpolitische Rundschau,* H. 4/5, 1958.
— »Die Krise unserer Gesundheit.« *Medizinische Klinik,* Nr. 20, Mai 1956.
— »Zum kommenden Lebensmittelgesetz.« *Der Landarzt,* H. 35. S. 848, 1956.
— »Zum Lebensmittelgesetz.« *Medizinische Klinik,* H. 18, S. 768, 1957.
— Die Notwendigkeit der Gesundheitsvorsorge bei der heutigen Strahlengefährdung der Menschen. — Vortrag im Rahmen eines ärztlichen Fortbildungskurses, gehalten im Kampfbund gegen Atomschäden am 19. 9. 1959.

Kötschan, K. *Wandlungen in der Medizin.* Urban u. Schwarzenberg, Berlin, 1956.
Krawczynski, S. »Der Einfluß von synthetischen Düngungsmitteln.« *Atompraxis,* H. 8, 1960.
Krieger, A. *Stärker als die Übermacht.* Seewald Verl. Stuttgart, 1961.
Kroebel. In: *Atom — Wirklichkeit, Segen, Gefahr.* Herausgeber Land Schleswig-Holstein, Kiel, 1960.
Küchenhoff, E. »Die Wissenschaftler, die atomare Ausrüstung der Bundeswehr und das Grundgesetz.« *Welt ohne Krieg,* Nov./Dez., 1958.
Künkel, H. A. *Atompraxis,* 7/64.
Künzli, A. *Die Angst als abendländische Krankheit.* Rascher Verl. Zürich, 1948.
Kumpf, W. *Bulletin der Bundesregierung,* Nr. 33, 1960.
— »Das Problem der Reinhaltung der Gewässer.« *Bulletin des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung,* Nr. 33, S. 285.
— Diskussion, in *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege,* S. 95. Kongreßbericht 1957.
Kusano. *Wir können nicht schweigen.* Japanische Mediziner berichten über die Atombombenkrankheit. Übersetzt von K. A. Metzkes. Müller, Krailling bei München, 1957.

Labeyrie, I. In: Rajewsky B. *Wissenschaftliche Grundlagen usw.*
Lacassagne, A. *Münchner medizinische Wochenschrift,* Nr. 11, 1957.
Langendorff, H. In: *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege.*
— »Schutzversuche gegen Strahlenschäden.« *Das Gewissen,* Nr. 6, 1959.
— *Medizinische Klinik,* Nr. 28, 1958.
Laotse. *Das Buch von der großen Weisheit.* Übersetzt von Prof. A. Eckart. Lutzeyer, Frankfurt a. M.
Lehmann, G. *Univ.* 7/64.
Lennartz, W. und Michler, M. *Schutz im Atomzeitalter — eine Utopie?* Maximilian-Verlag, Köln, 1955.
Lenz, R. *Berliner Hefte für Politik und Kultur,* H. 17, 1960.
Lenzner, C. *Gift in der Nahrung.* Neubearbeitung von E. Tornow. Hyperion-Verlag, Freiburg i. Br., 1956.
Lewis. *Ärztliche Mitteilungen,* Nr. 4, 1958.
Libby, W. F. »Die biologischen Wirkungen ionisierender Strahlen.« *Strahlenschutz,* H. 2, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Atomfragen.
— Vortrag, Symposion Lausanne, 27. bis 29. 3. 1958. Veröffentlicht in *Atomkernenergie,* H. 6, 1958.
— Vortrag, Physikalische Gesellschaft in Washington. Übersetzt in *Das neue Journal,* S. 21, 1957.
Liddell Hart, B. H. *Abschreckung oder Abwehr.* Rheinische Verlagsanstalt, Wiesbaden, 1960.
— »Verteidigungspläne im Schmelztiegel.« *FAZ.,* 30. 11. 1957; 2. 12. 1957.
Liebig, J. v. *Chemische Briefe.* Wintersche Verlagshandlung, Leipzig und Heidelberg, 1865.
Lindner, A. F. *Ärztliche Mitteilungen,* H. 13, S. 334, 1958.
Loeffler, L. »Über Möglichkeiten und Grenzen der Schätzung der Mutationsrate beim Menschen.« *Medizinische Klinik,* Nr. 28, 1958.
Loen, v. »Der Weg aus der Atomsackgasse.« *Atomkrieg, Gemeinschaft und Politik,* H. 8/9, 1955.
Lorenz, K. *Zeitschriften für Tierpsychologie,* Bd. 5, 1943.
— W. *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* Nr. 81, 1956.
Lössl. *Strahlentherapie,* 103, H. 4, 1957.
Lusser, R. Vortrag. VDI Frankfurt a. M., Nov. 1959; *F.A.Z.,* Nr. 278, 1959.
— Im *Jahrbuch 1959* d. W.G.L.

Macht, S. H. und Lawrence, T. S. *American Journal of Roentgenology,* 73, 442.

Mahnke, H. *Deutsche Zeitung,* 31. 5. 1958.

Maheu, R. »Das Informationsrecht und das Recht der freien Meinungsäußerung.« In: *Um die Erklärung der Menschenrechte.* Europa-Verlag, Zürich, Wien, Konstanz, 1951.

Maisel, A. *Das Beste aus Reader's Digest,* April 1958.

Maiy. »Die Warnung aus Tokio.« *Blätter für deutsche und internationale Politik,* H. 10, S. 366, 1957.

Manstein, B. »Gesundheitliche Forderungen an ein internationales Atomrecht.« *Der praktische Arzt,* H. 5, 1958.

— »Das Verteidigungsministerium hat Recht.« Sonderdruck aus *Blätter für deutsche und internationale Politik,* H. 8, 1959.

— *Waerland Monatshefte,* 9/10, 1962.

— *Neue Politik,* 20/1963.

— *Atomare Gefahr und Bevölkerungsschutz.* J. Fink Verl. Stuttgart, 1963.

— *Vitalstoffe,* 2/64.

— *Das Leben,* 3/64.

— *Stimme,* 2/64.

March, H. C. Leukämie bei Radiologen. *American Journal of Medical Science,* 220, 282, 1950.

Marquardt, H. *Natürliche und künstliche Erbänderungen.* Rowohlt, Hamburg, 1957.

— »Erbänderungen.« In: *Handbuch der Biologie.* Bd. IX.

— »Die Toleranzdosis vom genetischen Standpunkt gesehen v. B. Rajewsky.« *Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes.* Braun, Karlsruhe, 1957.

— »Erbschäden durch Strahlen.« *Vitalstoffe, Zivilisationskrankheiten,* H. 9, III, 1, 1958.

Marquardt, H. *Atompraxis,* H. 10/11, 1959.

— und G. Schubert. *Die Strahlengefährdung des Menschen durch Atomenergie.* Rowohlt, Hamburg, 1959.

Marterstock, R. *Deutsche Kraftfahrforschung und Straßenverkehrstechnik,* H. 126, 128, 129, 1959.

Martin, Ch. N. *Atom — Zukunft der Welt?* S. Fischer, Frankfurt a. M., 1957.

— *Hat die Stunde H geschlagen?* S. Fischer. Frankfurt a. M., 1955.

Martius, H. *Lehrbuch der Geburtshilfe.* Thieme, Stuttgart, 1948.

— »Strahlenschäden bei der Frau.« *Medizinische Klinik,* Nr. 7, 1957.

Marx, K. *Thesen über Feuerbach.*

Maxwell, A. *Contemporary Issues,* Vol. 9, 33, April/Mai 1958.

Medawar, P. B. *Die Zukunft des Menschen.* S. Fischer Verl., 1959.

Meissel, H. N., Remesowa, T. S. und andere. In: *Atomenergie,* Abt. Biologie. Tagung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR über die friedliche Ausnutzung der Atomenergie, 1.—5. Juli 1955. Akademie-Verlag, Berlin, 1957.

Melmann, S. in *A National Shelter Program.* New York City, Febr., 1962.

Mende, T. *Gespräche mit Nehru.* Rowohlt, Hamburg, 1956.

Merten, D. und Knoop, E. *Kieler milchwirtschaftliche Forschungsberichte,* H. 4, 1960.

— und Pribilla, O. *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* Nr. 33, 1960.

— — *Finnish Journal of Dairy Science,* 1958/59.

Messerschmidt, O. *Auswirkungen atomarer Detonationen auf den Menschen.* Thiemig, München, 1960.

Miksche, F. O. »Eine Maginotlinie im Atomzeitalter?« *F.A.Z.,* 16. 12. 1957.

Miyoshi, K. »Die japanischen Erfahrungen über die Strahlungsschädden nach Atombombenabwürfen.« *Medizinische Klinik,* Nr. 34, S. 1438, 1957.
Mörzer, M. F. *Landbouwkundig Tijd-Schrift,* 74-14.
Montens, A. In: *Fortschritte der angewandten Isotope und Grenzgebiete.* Bd. II. Dr. Hüthig, Heidelberg, 1957.
Morris, E. *Die Blume von Hiroshima.* Süddeutscher Verlag, München, 1960.
Muller, H. J. *Acta radiologica,* 41, 1954.
— In: *Peaceful Uses of Atomic Energy.* Genfer Konferenz 1955, Vol. 11.
— »The Production of Mutations.« *Journal of Heredity,* 38, 1947.
Müller, P. *Atomkernenergie,* H. 8/9, 1957.
Muth, H. In: Rajewsky, B. *Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes.* Braun, Karlsruhe, 1957.
— »Die natürliche und künstliche Strahlenbelastung des Menschen und die höchstzulässigen Dosiswerte.« *Umschau,* H. 24, 1957.
— »Zusätzliche Strahlenbelastung durch zivilen Einfluß.« In: *Wissenschaftliche Grundlagen* usw.
— u. Oberhausen, E. *Der Radiologe,* 10/1962.

Nachtsheim, H. »Die genetischen Auswirkungen nuklearer Strahlen.« In: *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege.* Limpert, Frankfurt a. M., 1958.
Naumann, E. *Gewässerschutz als volksgesundheitliches Problem.* II. Kongreß der Deutschen Zentrale für Volksgesundheitspflege, 27. 10. 1957, Frankfurt a. M.
— *Gutachten zur Frage des Schutzes des Grundwassers durch Lagerflüssigkeiten.* Bad Godesberg, 1959.
Naumann, E. *Atominformationen.* Beilage zu Nr. 51 v. 13. 3. 1959; Beilage zu Nr. 142 v. 28. 7. 1959; Beilage zu Nr. 103 v. 2. 6. 1959.
Neel, I. V., Schull, W. J., u. a. Berichte der Atomic Bomb Casualty Commission, *Science,* 118—537—541.
Neumann, G. *Fortschr. Med.*, Nr. 2/1963.
Noel-Baker, Ph., *Osloer Ansprache zum Friedensnobelpreis 1959.* Schriftenreihe des schweizerischen Friedensrates, Nr. 2. Zürich, 1960.

Ogawa, I. *Fallout.* S. 24/25, 1957. Herausgeber: The Japan Council against Atomic and Hydrogen Bombs.
Okita, G. T. und andere. »Der Übertritt von radioaktivem Digitoxin durch die Plazenta schwangerer Frauen und seine Verteilung im Fötus.« *Berichte für Physiologie,* 189, 104, 1957.
Oppenheimer, R. *Atomkraft und menschliche Freiheit.* Rowohlt, Hamburg, 1957.
— *Wissenschaft u. allg. Denken.* Rowohlt, Hamburg, 1955.
Ortega y Gasset, J. *Signale unserer Zeit.* Essays. Europäischer Buchklub, Stuttgart u. Salzburg.

Packard, V. *Die geheimen Verführer.* Econ-Verlag, Düsseldorf, 1959.
— *Die große Verschwendung.* Econ Verl. Düsseldorf-Wien, 1960.
Pascal, B. *Auswahl,* von R. Schneider. Fischer-Bücherei, 1954.
Paschkis, V. »Die moralische und soziale Verantwortung des Ingenieurs für seine Schöpfungen.« *Technische Rundschau,* Nr. 4, 1959.
Paul, Jean. *Weltgedanken und Gedankenwelt.* Kröner, Stuttgart, 1938.

Pauling, L. *Leben oder Tod im Atomzeitalter.* Sensen-Verlag, Wien, 1960.
— »New Menace — Carbon 14.« *SSRS Newsletter,* Nr. 74, 1958.
— »Wir haben nur einen gemeinsamen Feind.« *Stimme der Gemeinde,* Hiroshima-Heft, 1959.
— *Gewissen,* Juli/Aug., S. 54, 1959.
Pauwels, L. u. Bergier, J. *Aufbruch ins dritte Jahrtausend.* Scherz Verl. Bern, Stuttgart, 1962.
Peterson, V. *Bulletin of the Atomic Scientists.* (Chicago) Nr. 11, 1956.
Pfannenstiel, W. *Flüssiges Obst,* H. 6/9 1962.
Philbert, B. *Atomkernenergie,* H. 11/12, 1956.
— *Christliche Prophetie und Nuklearenergie.* Glock u. Lutz Verl. Nürnberg, 1961.
— *Schweiz. Zeitschr. f. Hydrologie,* XXIII, 1961.
Pius XII. *Ansprachen — Grundfragen der ärztlichen Ethik.* St.-Lukas-Institut für ärztliche Anthropologie, Münster i. W. Verlag Wort und Werk, Köln.
Planck, M. *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft.* 6. Aufl. I. A. Barth, Leipzig, 1958.
Portheine, F. »Verschmutzung der Luft in Industriestädten« *Deutsche Medizinische Wochenschrift.* Nr. 34, S. 1361, 1957.
Portmann, A. *Zoologie und das neue Bild vom Menschen.* Rowohlt, Hamburg, 1956.
— In: *Die Welt in neuer Sicht.* Barth, München-Planegg, 1957.
— *Biologie und Geist.* Rhein Verl. Zürich, 1956.
Pruitt, W. O. Ref. in *Selecta,* 44/1963.

Rafter, T. A. und Ferguson, G. J. »Atomsheric Radiocarbon as a Tracer in Geophysical Circulation Problem.« *Atompraxis,* H. 9, S. 367/68, 1959.
Rajewsky, B. *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege.* Limpert, Frankfurt a. M., 1958.
— *Strahlendosis u. Strahlenwirkung.* Thieme, Stuttgart, 1956.
— *Atompraxis,* 7/62.
— *Atompraxis,* 1/64.
Rall, I. E. In: *Der unsichtbare Angriff.* S. 39.
Regau, Th. *Medizin auf Abwegen.* Kösel Verl. München, 1960.
Reploh, H. »Hygienische Probleme des Gewässerschutzes.« In: *Aktuelle Probleme der Volksgesundheitspflege.* Limpert, Frankfurt/M, 1958.
Reuter, A. *Deutsche Kraftfahrforschung und Straßenverkehrstechnik,* H. 126, 128, 129, 1959.
Richter, H. *Atomstrahlen, Geigerzähler.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1957.
Riezler, W. *Atomwaffen und ihre Wirkung.* Gesundheitswesen im zivilen Luftschutz, H. 5. Ebeling, Koblenz.
Roegele, O. B. »Öffentliche Meinung und Presse.« *Hochland,* H. 3, 1959.
Römer, H. *Atom — ein neuer Wirtschaftsfaktor.* Herausgegeben von der Süddeutschen Bank, 1956.
Römpp, H. *Chemielexikon* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
— *Die Zukunft der Erde und des Menschen.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1948.
Röpke, W. *WamS* Nr. 17/1964.
Rosenstiel, F. H. »Der Kampf gegen die Vergiftung.« *F.A.Z.,* Nr. 44, 1958.
Roshwald, M. *Das Ultimatum.* W. Goldmann Verl. München, 1962.
Rostand, J. *Biologie — Wissenschaft der Zukunft.* Holle, Darmstadt u. Genf, 1954.
— *Das Abenteuer des Lebens.* Ullstein-Bücher, 1956.

Rostand, J. *Die Biologie und der Mensch der Zukunft.* Holle, Darmstadt und Genf.
Rothschuh, K. E. *Nachr. f. Dokum.* H. 2. Juni 1955.
Rotta, H. »Mutation — Strahlenwirkung — Strahlenschutz.« *Medizinische Wochenschrift,* H. 8, 1957.
— »Strahlenwirkung — Strahlenschutz.« *Universitas,* H. 8, 1957.
Rotten, E. *Fridtjof Nansen,* Separatdruck, Volkshochsch. Saanenland, 1962.
Röttiger. Brief an *Das Gewissen.* Veröffentlicht Dez. 1958.
Rottmann. »Gefangene des guten Willens.« *Heimat und Arbeit,* Nr. 1, 1959.
Rousseau, P. *Geschichte der Zukunft.* P. List Verl. München, 1960.
Rudder, B. de. *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* 84, 40, 1809.
Rudzinski, K. »Gefährden Holzschutzmittel den Menschen?« *F.A.Z.,* 20. 2. 1958.
Ruppert, J. *Vorbeugende Gesundheitspflege.* Haag, Adelsheim, 1955.
Rusch, H. P. *Naturwissenschaft von morgen.* Müller, Krailling bei München, 1955.
Russel, B. *Macht, eine sozialkritische Studie.* Europa-Verlag, Zürich, 1947.
— *Vernunft und Atomkrieg.* Desch, München, 1959.
— »Die zwei Visionen.« *Welt am Sonntag,* 5. 1. 1958.
Russell, W. L. In: Berichten über *Peaceful Uses of Atomic Energy.*

Sachse, H. *Ärztliche Praxis,* Nr. X/13, v. 13. 3. 1958.
Saint-Exupéry, A. de *Dem Leben einen Sinn geben.* Rauch, Düsseldorf, 1957.
Sandermann und Casten. »Holz als Roh- und Werkstoff.« *Umschau,* DK 674.04.
Sänger, E. »Die Raumfahrt und die Erschließung fremder Welten.« *Universitas,* H. 9, 1957.
Schaefer, H. *Die Stellung der Regelungstheorie im System der Wissenschaft.* Oldenburg, München, 1956.
Schardt, A. »Schuhdurchleuchtung.« *Arbeitsschutz,* Nr. 3, 1958.
Scheibe, A. *Atominformationen,* Nr. 59, 1957.
Schenke, W. *Neue Politik,* Nr. 36, 3. 9. 1960.
Scheuner, U. *Atomzeitalter, Krieg u. Frieden.* Eckart, Witten u. Berlin.
Schlamm, W. S. *Die Grenzen des Wunders.* Europa-Verlag, Zürich, 1959.
Schlögel, A. *Deutsches Rotes Kreuz,* H. 7, 1958.
Schmidt, S. *Bedrohen Atome unsere Gesundheit?* Droste, Düsseldorf, 1957.
— »Atomschäden und ihre mögliche Behandlung.« *Medizin heute,* H. 10, 1959.
Schneppel, H. *Erstes Gesetz über Maßnahmen zum Schutze der Zivilbevölkerung.* Kohlhammer, Stuttgart, 1957.
Schnitzer, J. G. *Vitalstoffe,* 6/63.
Schoen, H. *Medizinische Wochenschrift,* Nr. 21, 1958.
Scholz, F. »Strahleninduzierte Mutationen und Pflanzenzüchtung.« *Atompraxis,* H. 12, 1959.
Schrödinger, E. *Was ist Leben?* Dalp-Taschenbuch. Lehnen, München, 1951.
Schubert, J. und Lapp, R. E. *Der unsichtbare Angriff.* Goverts, Stuttgart, 1957.
Schull, J. und Neel, J. v. *American Journal for Public Health,* Nr. 49, S. 1621, 1959.
Schulte-Herbrüggen, H. »Atomkrieg u. christliche Ethik.« *Frankfurter Hefte,* H. 9, 1958.
Schulten. *Atomwirtschaft,* S. 121, 1957.

Schütz, W. W. *Wir wollen überleben.* Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1956.

Schuphan, W. *Zur Qualität der Nahrungspflanzen.* BLV Verlagsges. München, Bonn, Wien, 1961.

— Vortr. Gesellsch. f. Ernährungsbiologie, München, 14. 2. 1963.

Schweigart, H. A. »Das Ernährungsproblem.« *Hippokrates, H. 9,* 1957.

— *Vitalstoff-Lehre, Vitalstoff-Tabellarium,* Verl. H. Zauner, jr. Dachau, 1962.

Schweitzer, A. *Genie der Menschlichkeit.* Fischer-Bücherei, 1955.

— *Kultur und Ethik.* Biederstein, München, 1948.

— *Verfall und Wiederaufbau der Kultur.* Biederstein, München, 1948.

Seelentag, W. »Strahlung u. Mensch.« Wissenschaftliches Beiblatt zur *Materia Medica Nordmark,* Nr. 23, 1957.

Seidlmayer, M. »Der Atomkrieg als politisches u. ethisches Problem.« *Blätter für deutsche und internationale Politik,* H. 8, 1958.

Selye, H. *Stress beherrscht unser Leben.* Econ, Düsseldorf, 1957.

Sieburg, F. »Was essen wir eigentlich?« *F.A.Z.,* 13. 1. 1958.

Sigerist, H. E. *Krankheit und Zivilisation.* Metzner, Frankfurt und Berlin, 1952.

Sittkus, A. Technische und biologische Aspekte der Kernstrahlung. Vortrag, Dortmund, 27. 3. 1957.

Souci, S. W. Interview. *Spiegel,* 5. 11. 1958.

Spaak, P. H. *Warum Nato?* Ullsteinbuch Nr. 611, 1959.

Spalding, J. F. Ref. *Spiegel,* 30/64.

Spieß, H. *Deutsche medizinische Wochenschrift,* S. 1053, 1956; Nr. 35, 1957.

Spranger, E. Beitrag in *Wo stehen wir heute?* Bertelsmann, Gütersloh, 1960.

Stauder, K. H. »Atomschutz in Schweden.« *Welt am Sonntag,* Nr. 31, 1958.

— »Die Pflicht zur Wahrheit.« *Medizinische Klinik,* Nr. 34, 1957.

Staudinger, H. »Die Bedeutung der makromolekularen Chemie für das Lebensproblem.« In: *Die Natur, das Wunder Gottes.* Athenäum, Bonn, 1950.

Steinke. »Bericht über die Tagung der Deutschen Gesellschaft für Atomenergie, Ulm, 1957.« *F.A.Z.* 11. 10. 1957.

Stender, H. »Bietet die Evakuierung eine Chance?« *Das freie Wort,* 17, 1958.

Stengel, L. - v. Rutkowski. »Toleranz, Tendenz und Wahrheitsstreben in der Wissenschaft.« In: *Toleranz.* Verlag Freie Akademie e.V., Nürnberg, 1960.

Stewart. Zit. nach Schubert. *Deutsche Medizinische Wochenschrift,* 6, S. 213, 1960.

Stierstadt, K. »Die Messung der Radioaktivität atmosphärischer Niederschläge.« In: *Gefährliche Strahlen.*

Stolze, D. *Den Göttern gleich.* Desch, Wien, München, Basel, 1959.

Strenzke, K. »Ökologie der Wassertiere.« In: *Handbuch der Biologie,* Bd. III. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz.

Stuewer, U. *Städtehygiene,* H. 5, 1959.

Stumpf, H. »Die Funkelwiese.« *Lippische Rundschau,* Sept. 1957.

— »Furcht vor der Wahrheit.« *Lippische Rundschau,* 19. 10. 1956.

Stumpff, K. »Das Weltall (Astronomie).« In: *Das große Bildungswerk,* S. 190 ff. Schlösser, Braunschweig, 1954.

Sutton, O. G. *Nature,* 175, 319, 1955.

Swenson, L. *Atomkernenergie,* H. 8/9, 1957.

Symanski, H. »Die Rolle des Kohlenoxyds bei der Luftverunreinigung der Großstädte.« *Ärztliche Praxis,* Nr. XI/32 v. 8. 8. 1959.

Tanaka, K. und Ohkura, K. Referat in: *Atompraxis,* H. 1, 1959.

Tarussow, B. N. *Sowjetwissenschaft - Naturwissenschaftliche Beiträge,* 8, S. 883, 1960.

Taylor. *F.A.Z.,* 8. 11. 1957.

Teller, E. und Latter, A. *Ausblick in das Kernzeitalter.* Fischer-Bücherei, 1958.

Tischler, W. »Ökologie der Landtiere.« In: *Handbuch der Biologie,* Bd. III. Bd. VIII, S. 209, Akad. Verlagsges. Athenaion, Konstanz.

Toyofumi, O. *Mit dem Leichnam meiner Frau.* Broschüre, herausgegeben vom Friedenskomitee der Bundesrepublik Deutschland, 1957.

Trott zu Solz, W. v. *Widerstand heute.* Schwann, Düsseldorf, 1958.

Tsuzuki, M. *Atomic Bomb Injury from the Medical Point of View.* (Persönliche Zusendung.)

— »Peaceful Uses of Atomic Energy.« *Proceedings of the International Conference in Geneva, August 1955,* Vol. 11, S. 130.

Unruh, F. v. *Mächtig seid ihr nicht in Waffen!* Reden. Carl, Nürnberg, 1957.

Vanselow, K. »Biologische Grundlagen der Forstwirtschaft.« In: *Handbuch der Biologie,* Bd. VII, S. 49. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz.

Venzmer, G. *Alt werden und jung bleiben.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1953.

— *Der Mensch.* Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1953.

Verschuer, O. V. »Erblehre vom Menschen.« In: *Handbuch der Biologie,* Bd. IX.

Vogler, K. *August Bier, Leben und Werk.* Lehmann, München u. Berlin, 1942.

Wachsmann, F. *Die radioaktiven Isotope und ihre Anwendung in Medizin und Technik.* Lehnen, München, 1954.

Waerland, A. *Der Weg zu einer neuen Menschheit.* Humata Verl. H. S. Blume, Bern, Freiburg i. Br., Salzburg, 1959.

Waerland, E. *Die Waerland Therapie.* Humata Verl. H. S. Blume, Bern, Freiburg i. Br., Salzburg.

Wagner, R. »Aktuelle Betrachtungen zur Lage der Physiologie.« *Münchner medizinische Wochenschrift,* H. 43, 1958.

Walker, J. St. *Die Tat,* 25. 5. 1960.

Ward, A. Zitat nach Huff, D., *Wie lügt man mit Statistik.* Sanssouci-Verlag, Zürich, 1956.

Watanabe. Zitiert aus *Gefährliche Strahlen.* S. 117. Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1957.

Weilgart, W. *Was ist normal im Schatten der Atombombe?* Gerold & Co., Wien, 1957.

Weinert, H. *Biologische Grundlagen für Rassenkunde und Rassenhygiene.* F. Enke, Stuttgart, 1943.

Weinstein, A. »Vom Versagen der Atomstrategie.« *F.A.Z.,* 8. 7. 1958.

Weizsäcker, C. F. v. *Atomenergie u. Atomzeitalter.* Fischer-Bücherei, 1957.

— *Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter.* Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1957.

— »Mit der Bombe leben.« Sonderdruck *Die Zeit,* Aufsätze, 1958.

— »Energieerzeugung durch Wasserstoff-Fusion.« *Universitas,* H. 5, 1959.

Wells, H. G. *Die Geschichte unserer Zeit.* Fischer-Bücherei, 1959.

Westergaard, M. »Die Erbanlagen des Menschen und seine Verantwortung.« *Medizinische Klinik,* Nr. 7, 1957.
Wetter, G. A. *Philosophie und Naturwissenschaft in der Sowjetunion.* Rowohlt, Hamburg, 1958.
Whyte jr., W. H. *Herr und Opfer der Organisation.* Econ, Düsseldorf, 1958.
Wiebel, M. »Reine Lebensmittel für Europa.« *F.A.Z.,* 7. 8. 1958.
Wieser, W. *Organismen, Strukturen, Maschinen.* Fischer Bücherei, 1959.
Wiley, H. W. Zitiert nach Eichholtz aus *Bedrohung unserer Gesundheit.* Eine Vortragsreihe, Kröner, Stuttgart, 1956.
Willis, E. H. *Nature,* Bd. 185. Nr. 4712, S. 552, 1960.
Winter, A. G. *Münch. Med. Wschr.* H. 49/50, 1960.
Witte, E. Gutachten über »Röntgenuntersuchungen der Lehrerschaft auf Tuberkulose« vom 16. 6. 1959 (für den Philologenverband Niedersachsen).
— Gutachten zu den Fragen des Beweisbeschlusses vom 1. 8. 1960. VOG A 79/59.
Wolf, Ch. *Welt am Sonntag,* 3. 11. 1957.
Wolff, O. *Indiens Beitrag zum neuen Menschenbild.* Rowohlt, Hamburg, 1957.
Wright Mills, C. *Die Konsequenz.* Kindler, München, 1959.

Zimmermann, W. *Die Welt,* 30. 8. 1960.
— Referat in *Atom und Wasser,* Nr. 181, 20. 9. 1960.
Zsebök, Z. B. *Vitalstoffe,* 2/1964.

ZEITUNGEN UND ZEITSCHRIFTEN

Abendpost, 16./17. 3. 1957.
»Arzneimittel nach Atombombenexplosionen.« *Ärztliche Praxis,* Nr. X/19, 1958.
»Arzneimittelgesetz und Gesundheitsministerium.« *Der deutsche Arzt,* Nov. 1957, Folge 11 a.
Ärztliche Mitteilungen, H. 6, S. 165, 1958.
Ärztliche Praxis, Nr. X/15, 12. 4. 1958; Nr. X/21, 24. 5. 1958.
Atom — Aufstieg oder Untergang. Deutsch von Lothar Frank. Indisches Weißbuch über »Nuclear Explosions and their Effects.« Krauskopf, Wiesbaden, 1957.
Atomenergie / Biologie. Tagung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, 1.—5. Juli 1955. Akademie-Verlag, Berlin, 1957.
Atominformationen des Bundesatomministeriums, 15. 5. 1957; 14. 6. 1957; Mai/Sept. 1957; Okt./Nov. 1957; Nov. 1957; Nr. 80, 1957; Nr. 207, 1957; Nr. 218, 1957; Nr. 67, 1958; Nr. 154, Aug. 1958; Nr. 250, Dez. 1958.
Atominformationen. Beilage zu Nr. 147 v. 4. 8. 1959; Beilage zu Nr. 165 v. 28. 8. 1959.
Atominformationen. Beilage zu Nr. 160 v. 21. 8. 1959; *F.A.Z.* v. 8. 9. 1959, S. 9.
Atominformationen. Beilage zu Nr. 241 v. 15. 12. 1959; Nr. 169 v. 2. 9. 1960 (Verunreinigung — Chiemsee).
Atom- und Wasserinformationen, Nr. 22, 1959; Nr. 117, 1959; Nr. 162, 1959; Nr. 175, 1959; Nr. 180, 1959; Nr. 182, 1959; Nr. 219, 1959; Nr. 7, 1960.

Atomkernenergie, H. 3, 158.
Atomreaktoren. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Atomenergie, H. 2, 1958.
Atomzeitalter — Krieg und Frieden. Eckart, Witten und Berlin.
Beilage zum *Zeitungsdienst*, Nr. 104, Verein zur Förderung des Milchverbrauchs e. V., Frankfurt a. M.
»Bedarf an Blutersatzmitteln bei Atombombenexplosion.« *Deutsche Apothekerzeitung*, Nr. 14, 1958.
Bericht von dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie am 22. 4. 1959 in Essen.
Bericht vom Internationalen Kongreß über den Einfluß der Lebens- und Arbeitsbedingungen auf die Gesundheit, Herbst 1957, Cannes,
Beschluß des 4. Senats des Bayerischen Obersten Landesgerichtes v. 13. 4. 1960. R Reg. 4 St. 161/1958.
»Bestrahlte Lebensmittel und ihre Gefahren (Cyran).« *F.A.Z.*, 17. 5. 1957.
Briefwechsel Gandhi-Tolstoj. In: *Tolstoj und der Orient*. Rotapfel, Zürich u. Leipzig, 1925.
Bulletin der Indischen Botschaft Bonn, Nr. 8, 1956; Nr. 1, 1958; Nr. 1, 1959.
Bundesgesundheitsblatt, Nr. 21, 9. 10. 1959.
»Das Blutspendewesen.« *Medizinische Wochenschrift*, Nr. 5, 1958.
Der Abend, 18. 3. 1959.
»Der britische Bericht zu den Gefahren der Inkorporierung radioaktiven Materials.« *Atompraxis*, H. 5, 1957.
Der Einsatz der Truppen bei der Verwendung von atomaren, chemischen und bakteriologischen Waffen. Verlag des Ministeriums für nationale Verteidigung, Berlin, 1956.
»Der Mensch als Wettergott.« *Kristall*, 148/12.
Der Streit um Röntgenreihenuntersuchungen. *Ärztliche Mitteilungen*, Nr. 1, 1958; Nr. 2, 1958; Nr. 14, 1958: *Ärztliche Praxis*, Nr. IX/52, 1957; Nr. X/19, 1958; Nr. XI/1, 1959; *Der deutsche Arzt*, Nr. 3, 1953.
Der Tag, 19. 3. 1958.
Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen. Sonderheft. Koblenz, 1960.
Deutsches Rotes Kreuz, H. 10, 1957.
Deutschlandfibel. Metzner, Frankfurt a. M. und Berlin, 1957.
Die Atomwirtschaft, Nr. 4, S. 145, 1959; Juli/Aug. 1956.
Die Medizinische, Nr. 11 v. 15. 3. 1958.
Dokumentation zur Kriegsdienstverweigerung, H. 10. Verlag »Die Friedensschau«, Hamburg.
dpa-Meldung v. 16./17. 3. 1957.
Drucksache 748. Deutscher Bundestag, 11. 12. 1958, 3. Wahlperiode, S. 10/11.
Drucksache 759. Deutscher Bundestag, 17. 12. 1958. 3. Wahlperiode, S. 13.
Drucksache IV/2263, Deutscher Bundestag.
Encyclopaedia Britannica, 14. Aufl., Bd. 13, S. 499.
»Erfolgreiche erstmalige Rückenmarkübertragung.« Bericht. *Universitas*, H. 2, 1959.
»Ergebnisse der internationalen Konferenz über Luftverunreinigung.«
Extracta, Kurzinform. v. 21. 3. 64.
F.A.Z., 23. 7. 1956; 24. 7. 1956; 11. 11. 1957; 5. 3. 1958; 14. 3. 1958; 15. 4. 1958; 2. 2. 1960.
Gesundes Leben. Medizinalpolitische Rundschau, H. 4/5, S. 4; H. 6/7, S. 10; H. 8, S. 12, 1959.
Gewissen, Juli/Aug., S. 52, 1959.
Hätten wir das Wasser nicht. Schriftenreihe der Vereinigung »Deutscher Gewässerschutz«, e. V., Nr. 1. Frankfurt a. M., 1957.

Hiroshima Research Group of A-Bomb Casualty. *Physical and Medical Effects of the A-Bomb in Hiroshima.* Aug. 1958.

Informationsdienst, 7, 1959.

»Internationale Zivilverteidigung.« *Mitteilungsblatt der Internationalen Organisation für Zivilverteidigung,* Genf, Nr. 52, 1959.

»Knochenmarktransplantationen.« Übersichtsberichte. *Medizinisches Periskop,* 7, 75, 1957; 7, 107, 1957.

Kristall, 1200, 24.

»Leukämie bei überlebenden Atomopfern.« *Medizinisches Periskop,* 8, 55, 1958.

Lippische Landeszeitung, 14. 3. 1958.

Lippische Rundschau, 14. 8. 1957.

»Mathematik der Veraschung.« Atomkrieg, Grundlegende Informationen. *Gemeinschaft und Politik,* H. 8/9, 1955.

Mensch und Atom. Bericht einer Studiengruppe der Weltgesundheitsorganisation, Strahlenschutz, H. 13. Gersbach & Sohn, München, 1960.

»Mitteilungen vom 4. wissenschaftlichen Aerosolkongreß in Bad Lippspringe, 20.—22. 4. 1961.«

Mitteilungsblatt der Internationalen Organisation für Zivilverteidigung, Nr. 49/50, 1959; Nr. 65, 1960.

»Mittel gegen Strontium 90 entdeckt.« *Göttinger Tageblatt,* 8. 7. 1958.

»Neue Meeresströmung im Pazifik.« *Universitas,* H. 9, 1958.

Neue Zürcher Zeitung, 7. 2. 1957; 13. 2. 1957.

New York Times, 9. 2. 1960.

OEEC-Bericht vom 19. 6. 1957.

»Offener Brief an Lord B. Russell von Suzanne Labin.« *Wirtschaftsförderung.* (Gesellschaft zur Förderung der Schweizer Wirtschaft.)

Passauer Neue Presse, 4. 9. 1957.

Pestizide, der Gebrauch von, Übersetzg. d. sog. Kennedy-Berichtes Interparlam. Arbeitsgem., Bonn, Bundeshaus, Postfach 9110.

Philosophisches Wörterbuch. Kröner, Stuttgart, 1951.

Prima Folia — Fortschritte der Medizin, 23. 10. 1958.

Radionuklide, Kernforschung und Landwirtschaft, H. 1. OEEC-Bericht. Gersbach & Sohn, München, 1960.

Regensburger Jahrbuch für ärztliche Fortbildung. Bd. 7, 1959.

R. Höß, Kommandant in Auschwitz. Herausgeber: Institut für Zeitgeschichte. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1958.

Round Table Discussion by the Survivors of the Nagasaki Medical College. Nagasaki, Juni 1950.

»Sammelbericht: Strahlenschädigungen des Ungeborenen.« *Medizinisches Periskop,* 6, 130, 1956.

»Sanitätsstatistik gegen Atomschäden.« *Der deutsche Arzt,* Nr. 9, 1956.

Schriftwechsel mit dem Bayerischen Staatsministerium des Innern. 15. 2. 1958.

Schweizer Nationalrat, Wintersession 1959. Kleine Anfrage Arnold-Zürich v. 6. 10. 1959. (1. 12. 1959 - XXXV - 18 - 412.)

Siegener Zeitung, 26. 9. 1959.

Spiegel, 27. 3. 1957; 11. 12. 1957; 20. 8. 1958; 22. 1. 1958; 23. 9. 1959.

Stellungnahme der Sachverständigengruppe zu dem Hochschulreaktorprojekt der Universität Gent, 19. 2. 1960. *Euratom,* C/479/2/60 d.

Strahlenschädigung u. Strahlenschutz. Teilbericht vom 6. Deutschen Kongreß für ärztliche Fortbildung, 12. bis 16. 6. 1957, Berlin.

Strahlenbelastung des Menschen. Bericht der Vereinten Nationen. Gersbach & Sohn, München und Braunschweig, 1960.

Strahlenschutzheft 3. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Atomfragen.

Strahlenwirkung auf menschliche Erbanlagen. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Atomfragen. Strahlenschutz 3. Bad Godesberg, 1957.

Süddeutsche Zeitung, Nr. 165, 11./12. 7. 1959.

Telegraf, 9. 3. 1958.

»The Biological Effects of Atomic Radiation — Summary Reports.« Deutsche Übersetzung Schriftenreihe des Bundesministeriums für Atomfragen. *Strahlenschutz,* H. 2, 1957.

The Radioactive Dust from the Nuclear Detonation. Kyoto, 1954.

»Über den Bedarf an Transfusionsblut.« *Wehrmedizinische Mitteilungen,* Nr. 11, 1957.

Um die Erklärung der Menschenrechte. Patronat der UNESCO. Europa-Verlag, Zürich, Wien, Konstanz, 1951.

Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Nr. I 64/16. 4. 1964.

Universitas, H. 10, 1957.

Untersuchung über Struktur und Tendenzen der Energiewirtschaft. Hohe Behörde der Montanunion, 1957.

upi-Meldung vom 17. 4. 1957.

Vitalstoffe, Zeitschrift für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung, Jahrg. 4, H. 13, IV, 1, 1959.

Weckruf. Rheinisch-Westfälisches Bäckerfachblatt, Nr. 11, S. 208, 1958.

Westfälische Rundschau, 4. 9. 1959.

»Wetterbeeinflussung und politische Macht.« *Universitas,* S. 317, 1958.

Wie leben wir morgen? Eine Vortragsreihe. Kröner, Stuttgart, 1957.

Wir können nicht schweigen! Japanische Mediziner berichten über die Atombomben-Krankheit. Übersetzt von K. A. Metzkes. Müller, Krailling bei München.

»Zum Rechtsstreit um den Karlsruher Reaktor.« *Atomkernenergie,* H. 5, 1958.

Zur Frage des Fernsehens. *Ärztliche Praxis,* 28. 12. 1957; *Wirtschaftsbriefe,* C. L. Schmitt, 31. 1. 1958; *Medizinisches Periskop,* 8, 22, 1958; *Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugend- und Eheberatung,* Nr. 26, 1958.

SACHREGISTER

NAMENSREGISTER

Den graphischen Darstellungen von Wolfgang Dohmen lagen die folgenden Quellen zugrunde:

Abb.	
2	Schema von Woynarovich (Handbuch der Biologie, S. 108)
3	In Anlehnung an ein Diagramm der Biomasse nach Juday (Handbuch der Biologie, S. 189)
5	Zahlenangaben nach einer Veröffentlichung in »Der Spiegel«, Hamburg
6	Nach einem Foto aus »Welt von heute«
7—14	In Anlehnung an Kahn, Das Atom
15	Braunbeck, Gefährliche Strahlen (Kosmos, Wissen für dich)
19	L. Brandt, Staat und friedliche Atomforschung
21	Rajewsky, Aktuelle Probleme der Gesundheitspflege
26	Eugster, Weltraumstrahlung
30	Nach einem Foto aus Birnbaum, Klinik der Mißbildungen und kongenitalen Erkrankungen
32	Modifiziert nach Venzmer, Der Mensch
33—35	Modifiziert nach Martius, Strahlenschäden bei der Frau, Med. Klinik 1957 Nr. 7
36	Zahlenangaben nach Hellriegel, Strahlentherapie H. 1/1956
41—44	Braunbeck, Gefährliche Strahlen
45	Herbst, Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes
46	Zentralblatt für biologische Aerosolforschung H. 1/2 1960
47	»Atompraxis«, Sonderdruck aus H. 7/8 1959 (nach W. Herbst)
48	Rajewsky, Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes
52	Nach S. Jamamoto in »Wir können nicht schweigen«
53a	»Strahlentherapie« Heft 99 (nach M. Basic und D. Weber)
53b	Nach R. Camera 1951
54	Stubbe, Das Rätsel der Vererbung (C. Winter) 1950
57 u. 58	Schutz gegen Massenvernichtungswaffen (Verlag des Ministeriums für nationale Verteidigung) Berlin 1956

Inhalt







Die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung verändern in immer steigendem Tempo die Bedingungen der menschlichen Existenz. Das eindrucksvolle Bild des durch sie bewirkten Fortschrittes hat aber eine dunkle Kehrseite.

Verbunden mit der Verbesserung der materiellen Lebensbedingungen geht ein Prozeß vor sich, der die biologischen Grundlagen des menschlichen Lebens nicht nur gefährdet, sondern, wenn ihm nicht rechtzeitig Einhalt geboten wird, diese sogar endgültig vernichten kann.

Dieser Prozeß vollzieht sich auf allen Gebieten. Unsere Agrarpolitik führt zu Eingriffen in die Natur, die fruchtbare Landstriche zu Wüsten werden lassen, die unsere Wasserwirtschaft gefährden und unser Klima verändern. Mangelhafte Kontrolle industrieller Unternehmungen erlaubt die Verseuchung unseres Trinkwassers und die Verpestung der Luft (die wir atmen). Durch chemische Zusätze und Konservierungsmittel werden Nahrungsmittel und Getränke verfälscht und zu einer Gefahr für unsere Gesundheit. Die chemische Industrie wirft ständig neue medizinische Präparate auf den Markt, deren Gefahren sich erst nach jahrelangem Gebrauch herausstellen. Eine ungeplante und unbedachte Verkehrspolitik macht die Straßen zu Todesfallen, verpestet die Luft und frißt mit ihrer Forderung nach unablässiger Erweiterung der Verkehrswege unsere Landschaft. Das unaufhaltsame Wachstum der städtischen Siedlungen tut das gleiche.

Die letzte und gefährlichste aller menschlichen Torheiten aber ist die mit dem Ende des zweiten Weltkrieges begonnene unkontrollierte Verwendung der Ergebnisse der Kernenergie- und Strahlungsforschung auf medizinischem, industriellem und waffentechnischem Gebiet.

EUROPÄISCHE VERLAGSANSTALT · FRANKFURT AM MAIN